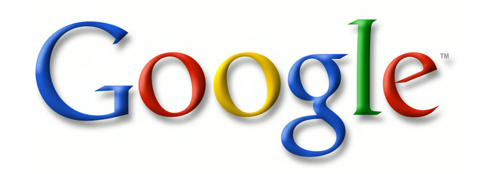


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

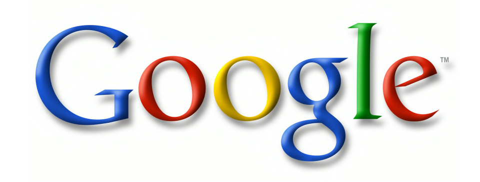
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

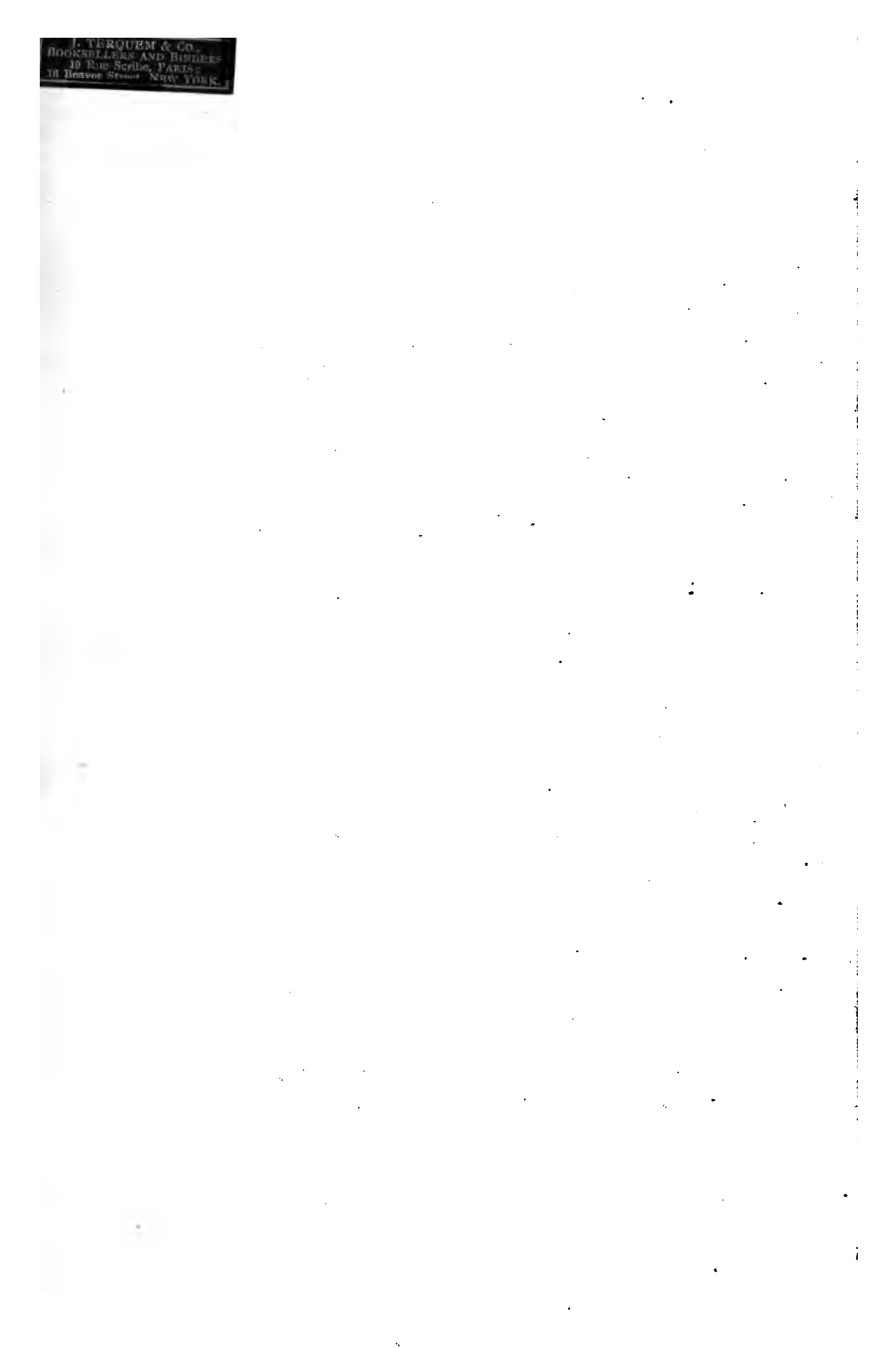
À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`



BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA
EARTH
SCIENCES
LIBRARY
SIGILLVM · UNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS




J. TERQUEM & Co.,
BOOKSELLERS AND BINDERS
Rue Scribe, PARIS;
Beaver Street, NEW YORK.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Fondée en 1870
et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873.

S'adresser pour tous renseignements, à M. LADRIÈRE,
Trésorier-Archiviste, Square Jussieu, 24

ANNALES

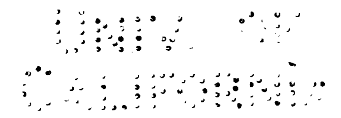
DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DU NORD

TOME XI

1883-1884



LILLE

IMPRIMERIE LIÉGEOIS-SIX

1884

QE1
S65
v. 11
Earth
Sciences
Library

UNIV. OF
CALIFORNIA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

BUREAU POUR 1884

Président . . . . MM. CH. MAURICE.
Vice-Président . . . . . DE GUERNE.
Secrétaire . . . . A. SIX.
Trésorier-Archiviste . . . LADRIÈRE.
Bibliothécaire . . . . . CRESPEL.
Directeur. . . . . . . M. GOSSELET.
Membres du Conseil : MM. BARROIS, DEBRAY, ORTLIEB.

MEMBRES TITULAIRES ET CORRESPONDANTS (1)
AU 1er JANVIER 1884.

MM. ALLAYRAC, Ingénieur principal aux Mines de Courrières à Billy-Montigny.
AULT (d')-DUMESNIL, rue de l'Eauette, 1, Abbeville.
BADOUREAU, Ingénieur au Corps des Mines, rue de Bellevue, 25, Amiens.
BARROIS Charles, Maître de conférences, à la Faculté des Sciences, rue Solferino, 185, Lille.
BARROIS Jules, Docteur ès-sciences, 16, rue Blanche, Lille.
BARROIS Théodore, rue de Lannoy, 35, Fives-Lille
BARROIS Théodore, Docteur, Licencié ès Sciences Naturelles. id.
BATTEUR, Pharmacien, rue Royale, 43.
BAYET Louis, Ingénieur, Walcourt, près Charleroi, (Belgique).
BEBIN, Professeur au Collège d'Armentières.
BÉCOURT, Inspecteur des Forêts au Quesnoy.
BENECKE, Professeur à l'Université, Strasbourg, (Alsace).
BERGAUD, Ingénieur aux Mines de Bruay.
BERGERON, Préparateur à la Faculté de Paris, rue St-Lazare, 74.
BERTRAND, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
BERTRAND, Ingénieur des Mines, rue St-Guillaume, 29, Paris.
BILLET Albert, Médecin aide-major au 12e Hussards, Dinan.
BOLLAERT, Directeur des Mines de Lens.
BOULANGER, Négociant, rue Salle-le-Comte, 6, à Valenciennes,
BOUSSEMAER, Ingr, rue des Jardins-Caulier, 17, Saint-Maurice.
BOUVART, Inspecteur des Forêts, en retraite, au Quesnoy.
BRETON Ludovic, Ing., Direct. des travaux du Chemin de fer sous-marin, rue Saint-Michel, 17, Calais.
BUCAILLE, rue Saint-Vivien, 132, Rouen.
CAMBESSEDÈS, Garde-Mines, Professeur à l'Ecole des Maîtres-Mineurs de Douai.

(1) Les Membres correspondants sont ceux qui résident en dehors de la circonscription académique.

287339

MM. CAFFIERI Georges, Avoué, Avenue du Pont Rouge, à Avesnes.
CARTON, Docteur, rue Berthollet, 18 *bis*, Paris.
CATTIER, Ingénieur aux Mines de Vendin.
CHELLONEIX Émile, Mons-en-Barœul-lez-Lille.
COGELS Paul, à Deurne, province d'Anvers (Belgique).
COLAS, Docteur, Licencié ès Sciences, rue de Roubaix, 11.
COSSERAT Léon, Principal du Collége, à St-Amand.
CRÉPIN, Ingénieur aux Mines de Bully-Grenay.
CRESPEL Richard, Fabricant, rue Léon Gambetta, 54-56, à Lille.
DANEL Léonard, rue Royale, 85, à Lille.
DAUBRESSE, Ingénieur-Directeur des Mines de Carvin.
DEBOUZY, Docteur en Médecine, à Wignehies (Nord).
DEBRAY Henri, rue Jean-Sans-Peur, 50, Lille.
DEFERNEZ Edouard, Ingénieur à Liévin-lez-Lens (Pas-de-Calais).
DEFRENNES, rue Nationale, 295, Lille.
DELADERRIÈRE, Avocat, rue Capron, 8, Valenciennes.
DELCROIX, Avocat, rue des Jardins, 17.
DELÉTANGT Jules, Industriel à Fumai (Ardennes).
DELPLANQUE, Directeur du Musée d'histoire naturelle à Douai.
DELPLANQUE, Pierre, Prép. à la Fac. méd., r. Solférino, 181, Lille.
DELVAUX (Capitaine), avenue Brugman 456, Bruxelles.
DESAILLY, Ingénieur aux Mines de Liévin, par Lens.
DESCAMPS J., rue de l'Aqueduc, 5, Paris.
DESCAT Jules, Manufacturier, rue de Béthune, 56, Lille.
DESTOMBES Pierre, boulevard de Paris, à Roubaix.
DOLLFUS Gustave, rue de Chabrol, 45, Paris.
DOLLO, Aide-Naturaliste au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles.
DORLODOT (Abbé de), au château de Floreffe (Belgique).
DUPONCHELLE, Profr au Lycée, Place de la République, 4, Lille.
DUTERTRE Docteur, rue de la Coupe, 6, Boulogne-sur-Mer,
EVRARD, Directeur des Acieries et Forges de Firmigny (Loire).
FEVER, Chef de division à la Préfecture, rue Saint-Blaise, 8, Lille.
FLAHAULT Evariste, Ingénieur civil à Pontgibaud (Puy-de-Dôme).
FOCKEU Henri, Etudiant, rue de Juliers, 73.
FRAZER, Clinton Street, Philadelphie.
GIARD, Député du Nord, Profr à la Faculté des Sciences de Lille, boulevard St Germain, 181, Paris.
GOSSELET, Prof. à la Faculté des Sciences de Lille, rue d'Antin, 18.
GOSSELET Adolphe, Préparateur à la Fac. des Sc., r. d'Antin, 18.
GRAVIS, Docteur ès Sciences, rue de Naples, 22, Ixelles-Bruxelles.
GUERNE (de), Licencié ès Sciences Naturelles, rue Solférino, 181.
GUILLEMIN, Avocat et Député, à Avesnes.
HALLEZ Paul, Profr à la Faculté des Sciences, rue de Gand, 45, Lille.
HASSENPFLUG, Dr à Flers près Croix (Nord).
HERLIN Georges, Clerc de notaire, Square Jussieu, 17, Lille.
HETTE Alexandre, façade de l'Esplanade, 14 *bis*.
HOVELAQUE Maurice, rue des Sablons, 88, Paris.
HUMBERT Georges, boulevard de la Liberté, 56, Lille.
JANNEL, Dessinateur en chef au Chemin de fer de l'Est, Charleville.
LADRIÈRE Jules, Instituteur, Square Jussieu, Lille.

MM. LAFFITE Henri, Ing. aux mines de la Grande-Combe (Gard).
LALOY Roger, Fabricant de sucre, à Fines-lez-Raches.
LATINIS, Ingénieur civil à Seneffe (Hainaut), Belgique.
LECLERCQ Eugène, Profr au Collège de La Fère, rue du Bourget.
LECOCQ Gustave, rue du Nouveau-Siècle, 7, Lille.
LEFEBVRE Alphonse, Garde-Mines, rue Barthelémy-Delespaul, 2
LELOIR, Docteur, chef de clinique, rue Monge, 17, Paris.
LE MARCHAND, Ing. aux Chartreux, à Petit-Quevilly (Seine inf.).
LE MESLE, place du Château, 15, Blois.
LEPAN René, rue de la Chambre des Comptes, Lille.
LE ROY Gustave, Inspecteur commercial du Chemin de fer du Nord, rue de Tournai, 47.
LEUILLEUX, Préparateur à la Faculté de Médecine, Lille.
LEVAUX, Professeur au Collège de Maubeuge.
LIRONDELLE-VITAL DE CHAMON, rue Jean de Bologne, Douai.
LISBET, Ingénieur, rue de la Louvière, 480, Lille.
LOUISE, Principal du Collège de Sedan.
MARIAGE, Négociant, place de l'Hôpital, 4, Valenciennes.
MAURICE Ch., Licencié ès Sc. Naturelles, Attiches par Pont-à-Marcq.
MAURICE J., Licencié ès Sc. Naturelles, rue St-Julien, 24, Douai.,
MAZUREL, Gustave, rue des Fossés-Neufs, 43.
MICAUD, Ingénieur en chef aux Mines de Béthune, à Bully-Grenay.
MONIEZ, professeur à la Faculté de Médecine, rue Solferino, 181.
MORIAMEZ Lucien, à Saint-Waast-lez Bavai (Nord).
OLLIVIER, Docteur, rue Solferino, 314.
ORTLIEB Jean, Chimiste à Croix (Nord).
OZIL, Pharmacien, rue Esquermoise, 60, Lille.
QUARRE, Louis, Boulevard de la Liberté, 70, Lille.
RABELLE, Pharmacien à Aubigny (Aisne).
REUMAUX, Ingénieur aux Mines de Lens.
RIGAUT Adolphe, Adjoint au Maire, rue de Valmy, 3, Lille.
RIGAUX Henri, Archiviste de la ville, rue de l'Hôpital-Militaire, 112.
RONELLE, Architecte, Cambrai.
ROUVILLE (de), Doyen de la Faculté des Sciences de Montpellier.
RUTOT, Conservateur au Musée d'histoire naturelle, rue du Chemin de fer, Saint-Josse-ten-Noode, Bruxelles.
SAVOYE Emile, Chimiste, rue de Solferino, 308.
SIMON, Ingénieur aux Mines de Liévin.
SIX Achille, Licencié ès-sciences-physiques et naturelles, Préparateur à la Faculté des Sciences, Lille.
SMITS, Ingénieur, rue Boucher de Perthes, 91, Lille.
SPLETTE, Pharmacien, rue de la Monnaie, 37, Lille.
STAES, Docteur à Croix.
TAINE, Pharmacien 4, rue des Pyrénées, Paris.
THÉRY, Professeur au Collège, rue de l'Église, 21, Hazebrouck.
THIRIEZ, Professeur au Collège de Sedan,
THOMAS, Directeur de la station Agronomique du Lezardeau à Quimperlé (Finistère).
TILMAN, Dir. de l'Ecole supérieure, rue des Lombards, 2, Lille.
TOFFART Auguste, Secrétaire général de la Mairie, Lille.

MM. TORDEUX-PECQUERIAUX, Filateur à Avesnelles-lez-Avesnes (Nord).
VANDEN BROECK, Conservateur au Musée d'Histoire naturelle, rue de Terre-Neuve, 124, Bruxelles.
VAN ERTBORN (le Baron Octave), rue des Lits, 14, Anvers.
VIALAT, Ingénieur en Chef aux Mines de Liévin.
VUILLEMIN, Directeur des Mines d'Aniche.
WALKER Ambroise, boulevard Montebello, 19, Lille.
WALKER Emile, Constructeur, rue d'Antin, 29, Lille.
WARTEL, Dr, rue du Faubourg de Tournai, 99, Lille

MEMBRES ASSOCIÉS.

MM. BRIART, Ingénieur à Mariemont.
CAPELLINI, Professeur à l'Université de Bologne.
CORNET, Ingénieur; boulevard Dolez, 28 à Mons,
CORTAZAR (de), Ingénieur des Mines, Calle Isabel la Catolica. 23, Madrid.
DECHEN (von), Dechen strasse, Bonn.
DEWALQUE, Professeur à l'Université de Liège.
DUPONT, Directeur du Musée d'histoire naturelle de Bruxelles.
DU SOUICH, Inspecteur général des Mines, rue Férou, 4, Paris.
GUISCARDI, Professeur de Géologie à l'Université de Naples.
HALL, Directeur du Musée d'histoire naturelle de l'Etat de New-York, à Albany.
HAYDEN, Dr F. V., Philadelphie.
HEBERT, Prof. à la Faculté des Sciences, rue Garancière, 10, Paris.
JUDD J., Professeur de Géologie à l'Ecole des Mines, Science schools, South Kensington, S. W. Londres.
KAYSER E., Bergakademie, Invalidenstrasse, 46, Berlin.
LAPPARENT (de), Prof. à l'Université catholique, rue Tilsitt, 3, Paris
LA VALLÉE-POUSSIN (de), Professeur à l'Université de Louvain.
LESLEY, Directeur du Géological Survey, de l'Etat de Pensylvanie.
MAC-PHERSON, Calle Fernando el Santo, 7, à Madrid.
MALAISE, Professeur à l'Institut agricole de Gembloux.
MERCEY (de), à Hyères.
MEUGY, Inspecteur général hon. des Mines, rue Madame, 53, Paris.
MORRIS, 4, Vinery Villa, Park Road, N. W. Londres.
MOURLON, Conservateur au Musée d'histoire naturelle de Bruxelles.
PELLAT Ed., rue de Vaugirard, 77, Paris.
POTIER, Ingénieur des Mines, Boulevard St-Michel, 89, Paris.
PRESTWICH, Professeur à l'Université, rue Saint-Giles, 35, Oxford.
RENARD, Conservateur au Musée d'hist. naturelle de Bruxelles.
ROEMER F., Professeur de Géologie à l'Université de Breslau.
SCHLUTER, Professeur de Géologie à l'Université de Bonn.
TERQUEM, rue de la Tour, 78, Paris-Passy.
VELAIN, Maître de conférences de Géologie à la Sorbonne, Paris.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DU NORD

Séance du 7 Novembre 1883.

M. Ach. Six fait les lectures suivantes :

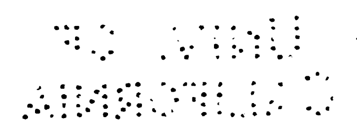
Les **Dinosauriens** *du crétacé supérieur de la Belgique.*
Analyse d'un travail de M. **L. Dollo,**
par M. **Achille Six.**

Les Iguanodons retirés de l'Aachénien belge ne sont pas les seuls Dinosauriens qu'on ait jusqu'à présent trouvés dans le crétacé de notre région. Nous rappellerons en passant que le minerai de Grandpré (Aptien, niveau de l'argile à plicatules) a donné des restes de *Megalosaurus* et que le gault de l'Ardenne (zone à *Amm. mamillaris* de M. Ch. Barrois) a aussi donné des débris de *Megalosaurus* et d'*Hylœosaurus armatus* Mantell (1). Le Musée de Bruxelles renferme en outre

(1) *Ch Barrois* : Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. Ann. Soc. géol. du Nord t. V, p. 212 et 269.

Ch Barrois : Bull sc. hist. et litt. du département du Nord t. VI, p. 73.

Dr E. Sauvage : Bulletin soc. géol. de France, 3e série, t. IV, pl XI et XII, 1876, et Mém. soc. géol. de France, 3e sér., t II, no 4, 1882.



des restes de Dinosauriens, ramassés dans la partie tout à fait supérieure du terrain crétacé (Sénonien et Danien), que M. Dollo nous fait connaître aujourd'hui (1).

Le tuffeau de Maestricht (Danien) a fourni deux vertèbres caudales d'un Dinosaurien voisin de l'*Iguanodon* et de l'*Hadrosaurus*. M. le prof. Seeley a donné à cet animal le nom de d'*Orthomerus Dolloi* d'après d'autres restes conservés au British Museum. Ces vertèbres, sciées diagonalement par les ouvriers qui les ont recueillies, ne sont pourtant pas assez incomplètes pour que M. Dollo n'ait pu les comparer à celles des Dinosauriens wealdiens qu'il étudie avec tant de succès. Elles indiquent un animal de taille moitié de celle de l'Iguanodon. D'après le professeur Seeley, le tuffeau de Maestricht renferme encore un Mégalosaure voisin de l'espèce décrite par Owen sous le nom de *M. Bucklandi* et auquel il donne le nom de *M. Bredai*.

L'argile glauconieuse de Lonzée, dont Dumont avait fait son système hervien, qu'il croyait beaucoup plus ancien que la craie blanche, et que l'on rapporte maintenant au Sénonien moyen, a donné des restes de deux genres de Dinosauriens. L'un de ces débris est une phalange unguéale d'un dinosaurien carnivore, ressemblant beaucoup à celle du Mégalosaure, mais s'en distinguant pourtant suffisamment pour qu'on puisse affirmer avec certitude qu'elle n'appartient pas à l'espèce d'Owen, *M. Bucklandi*; elle indique du reste un animal d'une taille moitié de celle de ce dernier.

On y a trouvé en outre deux dents d'un dinosaurien herbivore, rappelant grossièrement celles de l'Iguanodon et sur lesquelles M. Dollo a fait un genre nouveau *Craspedodon*;

(1) *L. Dollo* : Note sur les restes des dinosauriens rencontrés dans le crétacé supérieur de la Belgique. Bull Musée royal d'hist. nat. de Belgique, 1883, t. II, p. 205-221.

il nomme l'espèce de Lonzée, *C. lonzeensis*. Ces dents sont remarquables par les fines dentelures dont leurs crêtes principales sont ornées et le rebord qui limite la couronne et la sépare de la racine. Ce rebord et la moitié inférieure des bords latéraux de ces dents sont aussi finement dentelés.

Il est fort intéressant sans doute de retrouver dans notre pays des représentants de ce grand groupe presque dans les dernières formations contemporaines de son existence; les Dinosauriens disparaissent avec le Crétacé pour faire place au grand groupe des mammifères tertiaires. Mais ce qui est du plus attachant intérêt, ce sont les considérations qui terminent la note de M. Dollo. Le savant naturaliste essaie de faire pour les Dinosauriens herbivores ce que Kowalewsky a fait pour les Ongulés éocènes, c'est-à-dire suivre la transformation des dents. Les résultats auxquels il arrive sont remarquables et font espérer que cette étude donnera des faits biologiques aussi importants que ceux qu'ont produits les considérations sur les mammifères tertiaires, si bien développées par M. Gaudry dans les *Enchaînements du monde animal.*

Les types les plus généralisés des Dinosauriens (1), c'est-à-dire les plus voisins de la souche de l'arbre généalogique et par conséquent ceux qui ne sont pas encore différenciés dans un sens quelconque, sont les *Sauropoda*, animaux principalement jurassiques et ne dépassant pas, dans tous les cas, le Wealdien. Leurs dents ne portent ni crêtes, ni dentelures. Il

(1) Pour la classification des Dinosauriens, voir :

Marsh : Amer. Journ. of science by Silliman. T. XXIII, p. 84, 1882 et les travaux de Huxley, Owen, Leidy, Cope, Hulke, Seeley, etc.

Sur les Dinosauriens en général, voir :

H. G. Seeley : Die Dinosaurien. Monatsbl des wissensch. Club in Wien, 1880; traduit par *L. Dollo:* Les Dinosauriens. Bull. sc. du département du Nord, t. XIV, p. 233.

en est de même des formes les plus généralisées du groupe des *Stegosauria*, formant la famille des *Stegosauridæ*, aussi jurassiques. Quant aux formes les plus spécialisées de ce groupe (*Scelidosauridæ*) peuplant le jurassique et le crétacé, elles ont déjà des dents dentelées, mais sans crêtes ; enfin, les *Ornithopoda*, qui s'éloignent le plus de l'archétype et sont surtout répandus dans le crétacé, présentent une grande différenciation au point de vue de la dentition : la couronne de la dent est toujours dentelée, mais on la voit se compliquer au fur et à mesure que l'on avance vers l'époque d'extinction de la classe. D'abord, elle ne présente qu'une seule crête lisse (*Hadrosaurus*), puis une crête principale et des crêtes secondaires (*Iguanodon*) ; les dentelures de la couronne sont simples dans l'Iguanodon jurassique (*I. Prestwichii*), elles sont elles-mêmes dentelées dans le Dinosaurien crétacé (*I. Mantelli*). Dans une troisième modification, les dents présentent une crête principale et des crêtes secondaires, dentelées, et, de plus, des crêtes tertiaires lisses (*Craspedodon*). Enfin, plusieurs dents peuvent être simultanément en usage, simulant les molaires des mammifères (*Cionodon*).

Je ne puis terminer cette note sans rappeler que ce n'est pas seulement dans le crétacé de notre région qu'on a rencontré des Dinosauriens. Les travaux de M. le Dr H. E. Sauvage nous ont fait connaître leur présence dans le jurassique supérieur du Boulonnais en particulier (1), sans parler des Dinosauriens anglais décrits par Hulke, Seeley, etc., rencontrés dans des couches qui ne sont que le prolongement de celles que l'on observe dans les environs de Boulogne.

---

(1) *Sauvage* : Mémoire sur les Dinosauriens et les Crocodiliens des terrains jurassiques de Boulogne-sur-Mer. Mém. soc. géol. Fr., 2e sér. t. X, mém. no 2, 1874. Sur un Iguanodon du jurassique supérieur de Boulogne-sur-Mer, Bull. soc. géol. Fr., 3e série, t. IV, p. 438, 1876.

Les Dinosauriens de Bernissart,
Suite de l'analyse des travaux de M. L. Dollo,
par M. Achille Six.

Dans sa dernière note parue en août 1883 ([1]), M. Dollo s'est occupé du crâne et de la colonne vertébrale des Iguanodons. Lors de ma dernière visite au Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles (3 juillet), M. Dollo, qui venait de terminer cette note et allait la livrer à l'impression, voulut bien me montrer quelques-unes des pièces qui avaient servi à ses études. Je pus à première vue être émerveillé de l'excellente conservation de ces spécimens, mais un plus long examen me fit voir que ces crânes, comprimés latéralement pour la plupart et ayant subi des déformations par suite de la pression exercée par la roche encaissante, étaient en outre remplis de pyrite, qui, plus dure que les os, en rendait le dégagement très difficile, sinon impossible. Cependant ces sept crânes formaient une collection beaucoup plus complète que tous les échantillons étudiés jusqu'à ce jour, car on n'en connaissait guère que des débris disséminés, que la sagacité des auteurs avait su rapporter au même animal. Nous savons maintenant quel parti M. Dollo sait tirer des échantillons que lui a confiés le Musée de Bruxelles; aussi le voyons-nous surmonter les difficultés que lui offraient la mauvaise conservation des fossiles et l'oblitération des sutures crâniennes, car nous savons que les Dinosauriens de Bernissart ont vécu très vieux, et nous offrir aujourd'hui une description minutieuse du crâne et de la colonne vertébrale de ces intéressants animaux.

---

(1) *L. Dollo :* Quatrième note sur les Dinosauriens de Bernissart. Bull. Musée royal d'Hist. nat. de Belgique, 1883, t. II, p. 223-248.

Quand on examine un crâne d'Iguanodon, on est frappé de l'étroitesse de cette partie de l'animal; les deux séries, droite et gauche, de dents implantées dans les maxillaires supérieurs sont extrêmement rapprochées l'une de l'autre et presque parallèles La série dentaire se continue d'ailleurs au-delà de l'orbite jusqu'au milieu de la fosse temporale; il résulte de cette conformation que la forte apophyse coronoïde de l'Iguanodon est rejetée en dehors du bord alvéolaire et placée sur la face interne de la mandibule avant la fin de la série dentaire. Comme Owen l'a déjà fait remarquer, l'apophyse coronoïde, absente chez les Crocodiliens, suffirait pour marquer les affinités des Dinosauriens, en les rapprochant des Lacertiliens.

La mâchoire inférieure de l'*Iguanodon Bernissartensis* présente, outre cette conformation si remarquable de l'apophyse coronoïde, plusieurs autres caractères qui, pour être moins singuliers et surtout moins frappants, n'en offrent pas moins beaucoup d'intérêt. L'extrémité distale de la mandibule est édentée; les bords supérieur et inférieur de chaque rameau sont parallèles et enfin la mandibule se termine brusquement après son articulation avec le quadratum.

On sait que cette mâchoire inférieure varie considérablement chez les reptiles, tant sous le rapport du mode d'union des deux branches qu'au point de vue du nombre des os qui entrent dans sa composition. Ce nombre, très réduit chez les Ophidiens venimeux (le serpent à sonnettes, par exemple), est porté à son maximum chez les Sauriens supérieurs et les Crocodiles. Chez ceux-ci, on compte six éléments concourant à la formation de la mandibule; ce sont: 1° le *dentaire*, le plus développé de tous et celui qui porte toujours les dents; 2° le *coronoïde* ou *complémentaire* qui concourt à former l'apophyse coronoïde chez les Sauriens et les Crocodiliens; 3° l'*articulaire*, qui est continu avec le cartilage de Meckel;

4° l'*angulaire*, formant l'angle inférieur de la mâchoire; 5° l› *surangulaire*, à la partie postérieure et supérieure de lι mâchoire, situé au-dessus de l'angulaire; 6° le *splénia*, ou *operculaire*, qui contribue à former la face interne de la mâchoire. Outre ces six pièces ordinaires, la mandibule de l'*Iguanodon* porte en avant un os supplémentaire impair, en forme de diadème que M. Dollo appelle *os présymphysien*, en raison de sa position.

M. Hulke semble avoir aussi constaté la présence de cet os chez l'*Hypsilophodon*; seulement, tandis que chez cet animal cet os est garni de dents, celui de l'*Iguanodon* en est dépourvu. Il représente peut-être les deux intermaxillaires inférieurs, soudés en une seule pièce, que l'on observe chez les Batraciens anoures, ou peut-être bien l'os présymphysien de l'*Aspidorhynchus Fischeri*, ganoïde des couches de Purbeck.

Le bord supérieur de l'élément dentaire porte vingt et une dents en usage; les dents de remplacement se voient sur la face interne.

L'apophyse coronoïde, absente chez les Crocodiliens, se trouve chez tous les autres reptiles actuels, *sur* le bord alvéolaire *après* la fin de la série dentaire; nous avons déjà dit que, chez l'*Iguanodon*, elle se rencontrait *en dehors* du bord alvéolaire *avant* la fin de la série dentaire. Au point de vue de la composition, elle se distingue aussi de celle de tous les autres reptiles connus; elle est formée par le concours de l'élément dentaire, de l'élément coronoïde et de l'élément articulaire, par ordre d'importance. Chez les Ophidiens, qui n'ont que 4 (Crotales) ou 5 pièces à la mâchoire inférieure et chez lesquels le surangulaire est uni à l'angulaire, cet os angulo-surangulaire concourt avec le coronoïde à la formation de cette apophyse; le coronoïde seul la forme chez les Chéloniens et les Lacertiliens; le coronoïde et le dentaire chez

les Rhynchocéphales (Hatteria) (1). C'est avec ces derniers que les Dinosauriens de Bernissart offrent le plus de ressemblance, sous ce rapport comme sous beaucoup d'autres d'ailleurs.

Le crâne mesure 0m65 de long sur 0m25 de large et 0m35 de haut, en y comprenant la mâchoire inférieure; c'est dire qu'il est fortement comprimé transversalement et que la tête de l'Iguanodon était fort petite en raison de la taille de ce dinosaurien qui n'avait pas moins de 9m50 de longueur; la tête est donc 13,33 fois plus petite que le reste du corps. Les deux os prémaxillaires correspondent à l'os présymphysien de la mâchoire inférieure et sont, comme lui, édentés; pendant la vie, ces trois os étaient vraisemblablement recouverts d'une gaîne cornée et formaient un bec. Les maxillaires portent 25 dents en usage et ne laissent pas apercevoir les dents de remplacement, ce qui fait que l'Iguanodon ne semble pas avoir eu plus de 92 dents $\left(\frac{25-25}{21-21}=92\right)$. Ces maxillaires sont seuls dentés; ils ne limitent ni les narines, ni les orbites, comme cela existe chez les Crocodiles. Comme pour le maxillaire inférieur, les bords alvéolaires sont très rapprochés du plan médian du crâne et presque parallèles, et la série dentaire se continue jusqu'au milieu de la fosse temporale. L'étude de la région palato-maxillaire (vomer, palatins, ptérygoïdes) et de l'ensemble des os du crâne (pariétaux, frontaux, temporaux et occipitaux) faite par comparaison avec les parties correspondantes de l'Iguane et de l'Hatteria, confirme la thèse soutenue par Hulke et Huxley que le palais

(1) Voir sur l'anatomie de l'Hatteria ou Sphenodon le mémoire du Dr Günther, inséré dans Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1867. Je signalerai aussi un article du prof. Ward sur ce curieux lézard de la Nouvelle-Zélande. Cette note, parue dans le Ward's natural Science Bulletin, a été traduit par mon ami J. Bonnier dans le Bull. sc. du dép. du Nord, 1882, t. XIV, p. 89.

des Dinosauriens a une structure lacertilienne et non crocodilienne, ainsi que le reste du crâne; du reste, l'aspect général du crâne, sans même qu'on soit obligé d'entrer dans les détails, le fait supposer. Les narines externes sont subterminales, latérales, divisées par les apophyses nasales des prémaxillaires (apophyse montante) comme chez les Sauriens. Les os qui les limitent sont: les prémaxillaires, avec leurs apophyses nasales et maxillaires, et les nasaux. Les narines internes n'étaient pas subterminales, comme l'indique l'extension palatine des prémaxillaires. Les fosses prélacrymales, très petites, semblent bordées par les maxillaires, les préfrontaux et les lacrymaux. Les orbites sont modérément grandes, elliptiques *à grand diamètre vertical*, dirigées sur le côté et formées par les sus-orbitaires, les lacrymaux, les jugaux et les postfrontaux. Il n'y a pas d'anneau sclérotique. Les fosses temporales, au nombre de trois (latérotemporales, supratemporales et posttemporales) sont limitées latéralement par une arcade supérieure et une inférieure. Des vestiges du crâne cartilagineux se conservent chez certains Sauriens, mais la boîte cérébrale de l'*Iguanodon* est complètement ossifiée. Contrairement à l'opinion du professeur Seeley, il existe un quadrato-jugal chez l'*Iguanodon*.

La colonne vertébrale entière de l'individu actuellement exposé dans la cour du Musée royal de Bruxelles, se compose de 85 vertèbres, dont 10 cervicales, 18 dorsolombaires, 6 sacrées et 51 caudales. Les cervicales sont opisthocœles, les dorsolombaires biplanes, les caudales sont légèrement amphicœles; quant aux sacrées, elles sont soudées les unes aux autres.

Sauf les six dernières caudales, toutes les vertèbres ont des neurapophyses. La lame de l'apophyse épineuse manque à l'atlas, mais elle est bien développée à l'axis; dans les vertèbres cervicales suivantes, elle est rudimentaire, se relève

avec les dorsolombaires et croît en volume jusque dans les premières caudales, puis elle diminue en s'inclinant en arrière jusqu'à la 27e caudale. Cette disposition est l'un des faits qui frappent le plus au premier abord celui qui regarde un de ces squelettes dans son ensemble. A partir de l'axis jusqu'à la 45e caudale, il y a des prézygapophyses et des postzygapophyses bien développées; les diapophyses se rencontrent depuis l'axis jusqu'au sacrum.

L'*Iguanodon Bernissartensis* Blgr. a 26 paires de côtes, dont 9 cervicales, l'atlas n'en recevant pas, et 17 dans la région dorsolombaire. Si donc, dans cette région, on donne le nom de dorsales aux vertèbres qui reçoivent des côtes, il se trouve que l'*Iguanodon* ne possède qu'une seule vertèbre lombaire. Toutes les vertèbres cervicales et les deux premières dorsales reçoivent sur leur corps la tête de la côte et sur l'apophyse transverse, le tubercule : elles sont ornithospondyliques, dit l'auteur. Puis peu à peu, la tête de la côte quitte le corps de la vertèbre et les dernières dorsales reçoivent à l'extrémité de la même apophyse transverse, la tête et le tubercule de la côte, autrement dit, elles deviennent insensiblement suchospondyliques.

M. E. Cope, le célèbre paléontologiste américain, vient d'étudier le crâne d'un autre gigantesque Dinosaurien, le *Diclonius mirabilis* Leidy, qu'il est intéressant de comparer aux géants de Bernissart.

Le Dinosaurien américain, long d'environ 11m50, possédait un crâne de 1m18; très semblable, sous maints rapports, à l'*Iguanodon*, il en avait les prémaxillaires édentés formant avec l'extrémité de la mandibule, aussi édentée et composée aussi d'un os présymphysien, un véritable bec. Sa gueule était armée de 2072 dents et sa tête, mieux proportionnée au reste du corps que celle de l'*Iguanodon*, en formait environ le neuvième. L'orbite, aussi elliptique, avait son plus grand diamètre *horizontal* et l'apophyse coronoïde était située au-dessous de cette cavité.

M. **Gosselet** complète les observations qu'il avait présentées dans la séance du 25 Juillet 1883 sur l'Arkose du Franc-Bois de Willerzies.

M. **Ch. Barrois** présente quelques observations à ce sujet.

Séance du 28 Novembre 1883.

M. **Maurice**, Vice-Président, présidant la séance en l'absence du Président, annonce que M. **Ch. Barrois** a été nommé Commandeur de l'Ordre d'Isabelle la Catholique pour son mémoire sur les Asturies. M. Maurice adresse à M. Barrois les plus chaleureuses félicitations de la Société.

M. **Batteur**, Pharmacien, à Lille, est élu membre titulaire de la Société,

M. **Dollo**, Aide-Naturaliste, au Musée de Bruxelles,

M. **Le Mesle**, Membre de la société géologique de France, à Blois,

M. **Rabelle**, Pharmacien à Aubigny (Aisne),

sont élus membres correspondants.

M. l'abbé Renard fait la communication suivante :

M. **Renard** expose les résultats obtenus par M. A. Geikie, Directeur général du *Geological Survey*, dans sa révision des terrains des environs de St-David's.

D'après les travaux de M. Hicks, il existerait à St-David's trois formations précambriennes distinctes : le *Dimétien* formé de roches cristallines, gneissiques et granitoïdes, l'*Arvonien* formé de felsites, de porphyres quartzifères, hälleflintas et autres roches riches en acide silicique, et le *Pébidien* composé de tuffs, de brèches volcaniques et de roches basiques. Ce géologue considère l'Arvonien comme postérieur au Dimétien, avec lequel il serait en stratification discordante, et le Pébidien constituerait le dernier membre de la série, sur laquelle il serait en discordance. Il admet aussi que le sys-

tème cambrien est formé, en grande partie, de débris des formations qui viennent d'être énumérées et qu'il repose sur celles-ci en stratification discordante.

M. Geikie reprenant un à un, et dans l'ordre qui vient d'être indiqué, les trois groupes, soutient que le Dimétien est un granite éruptif qui a pénétré au travers des couches cambriennes qu'il a modifiées au contact. Ces effets de l'éruption du granite peuvent se suivre même au-dessus de l'horizon du conglomérat, qui forme la base du Cambrien. Il décrit une série de coupes naturelles où ces relations du Dimétien et du Cambrien sont bien visibles; la coupe de la côte à Ogof-Lesugn montre parfaitement comment le conglomérat a été englobé dans le granite, silicifié au point de devenir un quartzite avec cailloux. Dans la masse granitique, on n'observe que des dykes de diabase, qui traversent toutes les roches de la région, mais qui sont surtout abondants dans le granite. Les filons de granite à grain fin, si fréquents dans les massifs granitiques, sont bien représentés ici. En un mot, que l'on étudie cette roche sur le terrain ou sur des échantillons, elle montre nettement les caractères d'une masse éruptive, et l'auteur ne peut pas comprendre que l'on ait mis en doute le levé du *Geological Survey* où elle était représentée comme il est amené à la considérer. La manière dont elle pénètre les bancs de plusieurs horizons successifs des séries cambriennes prouve, qu'au lieu d'être un gneiss précambrien, elle est plus récente que toutes les roches cambriennes de la région.

D'après M Geikie, le groupe *arvonien* est composé de porphyres quartzifères ou elvans, associés au granite; ce groupe comprend aussi les couches de contact qui ont été métamorphosées par ces roches éruptives. L'auteur indique les coupes où l'on peut observer l'intrusion de ces elvans dans les roches stratifiées.

Le *Pébidien* comprend une série de tuffs volcaniques et de

brèches avec laves et tuffs interstratifiés. L'auteur admet qu'ils forment une partie intégrante des roches cambriennes de St-David's. Ils ont été traversés par les granites et les porphyres et sont donc plus anciens que ceux-ci. Au lieu d'être surmonté en stratification discordante par les conglomérats cambriens, comme le soutient M. Hicks, le groupe volcanique en question serait, au contraire, en concordance avec ces roches et des lits de tuffs seraient interstratifiés à divers horizons dans le conglomérat. Celui-ci, au lieu d'être formé de fragments de roches provenant des couches inférieures, est presque entièrement constitué de quarz et de quartzite ; pas plus de 4 °/₀ des fragments ne dérivent des couches de laves que recouvre le conglomérat.

D'après les faits qui viennent d'être exposés, M. Geikie considère qu'il faut effacer de la nomenclature géologique les noms de *Dimétien, Arvonien* et *Pébidien*; ces subdivisions étant fondées sur des observations inexactes.

Dans la seconde partie de son mémoire, l'auteur donne les résultats du levé qu'il a fait de cette région avec le concours de MM. Peach et Topley et les conclusions auxquelles il est arrivé par l'étude microscopique des roches recueillies à St-David's. Il a trouvé que les descriptions de ces roches, données par les lithologistes qui les avaient étudiées, répondaient en général aux faits qu'il a observés lui-même, et que ses recherches microscopiques confirment parfaitement les déductions qu'il avait tirées de l'étude stratigraphique de la région.

Voici, d'après M. Geikie, l'ordre de succession du groupe de roches du Cambrien inférieur, tel qu'il se montre à St-David's; les couches sont énumérées de haut en bas :

4. Grès pourpre et verdâtre, schistes.
3. Schistes verts, rouges et gris, avec minces lits de tuffs (*Lingulella primæva*).
2. Conglomérat quartzeux.
1. Groupe volcanique (tuffs, schistes, laves).

Le groupe volcanique forme les couches cambriennes les plus anciennes à St-David's. On n'en voit pas la limite inférieure ; on les observe sur une épaisseur d'environ 1,800 pieds. Ils sont formés principalement de tuffs rouge-pourpre, vert et gris alternant quelquefois avec des brèches et des lits de diabase péridotique. D'après les analyses de M. Renard et de M. Wilson, ces tuffs sont en partie basiques, ils seraient alors formés de fragments incohérents de laves diabasiques (48 % de silice); en partie acides, ils proviendraient alors de la destruction de roches felsitiques (72 à 80 % de silice). Les laves sont des variétés de diabases péridotiques; l'augite y est très abondante et peu altérée; elles renferment des cristaux d'olivine répandus sporadiquement et qui sont bien développés. Quelquefois ce minéral présente des pseudomorphoses en hématite. On n'a pas observé de cas où des laves acides auraient fait éruption jusqu'à la surface. Les fragments felsitiques doivent provenir de l'éruption de laves, qui ne paraissent pas s'être étalées sur le sol. L'auteur fait observer que des faits du même ordre se montrent dans le groupe volcanique de l'*old red sandstone* inférieur des monts Pentland.

Quant au conglomérat quartzeux, M. Geikie insiste sur la récurrence constante de ces conglomérats dans les séries géologiques, et sur le fait que ces roches n'indiquent pas nécessairement une stratification discordante, pas plus qu'elles ne sont toujours la base naturelle de groupes sédimentaires.

La disposition stratigraphique de la région montre, d'après l'auteur, que les roches forment un pli isoclinal, de manière à ce que, pour la moitié du pli, l'inclinaison des couches est renversée. Les groupes indiqués plus haut se retrouvent dans leur ordre de succession normal des deux côtés de l'axe qui traverse le groupe volcanique. Le granite a fait irrégulièrement éruption dans la partie orientale du pli isoclinal. Des failles peu importantes s'observent le long du

granite; mais elles n'affectent pas la structure générale de la région.

On constate à St-David's que le feuilletage s'est développé sur une grande échelle dans différentes roches, spécialement dans certains tuffs à grains fins et dans les schistes qui sont transformés en schistes séricíteux. M. Geikie montre que l'étude microscopique d'un grand nombre de préparations prouve qu'alors même que la nature clastique primitive des bancs est nettement prononcée, il s'est développé dans ces roches beaucoup de substance micacée hydratée. Cette structure caractérise spécialement les parties à grains fins du groupe volcanique; mais on la retrouve aussi à d'autres horizons dans les groupes qui surmontent le conglomérat. Ce feuilletage est donc un trait commun à toute la série des dépôts de cette région. L'auteur le rattache aux plissements des couches de ce district; il insiste sur le grand intérêt présenté par ces bandes schisteuses, qui montrent comme la première étape des modifications qui ont transformé, sur de vastes régions, les couches sédimentaires en roches schisto-cristallines.

Les caractères pétrographiques du granite, des porphyres quartzifères, sont bien ceux que l'on retrouve pour des roches de même nom dans d'autres localités. M. Geikie indique que des échantillons présentent un passage du granite au porphyre quartzifère sphérulitique. Les porphyres quartzifères de St-David's, décrits déjà par MM. Davies, Hicks et d'autres, montrent d'une manière remarquable la structure sphérulitique. La masse fondamentale qui cimente les felso-sphérulites n'est pas felsitique, mais toute entière micro-cristalline. Ces roches appartiennent à un groupe intermédiaire entre les granites et les felsites; elles se montrent en éminences arrondies, ou en dykes, près des granites, traversant tous les horizons du groupe volcanique, peut-être pénètrent-elles le conglomérat quartzeux.

Les modifications provoquées par les roches éruptives au contact peuvent mieux s'observer près des porphyres que des granites. Ce métamorphisme consiste en un durcissement de certaines couches qui ont été transformées en *adinole.* Ces modifications se font habituellement suivant les couches qui sont à peu près verticales; mais des veines de la même matière se ramifient à l'intérieur des bancs stratifiés des schistes. Au microscope, on remarque que cette adinole a pris une structure cristalline; des nids de quartz, d'orthose et des cristaux porphyriques de plagioclase s'y sont développés en même temps que des veinules et des filaments de quartz cristallisé; les veinules sont criblées d'inclusions liquides. M. Renard qui a analysé un fragment de cette adinole, a trouvé 78,62 de silice et 5,80 de soude, ce qui indiquerait la présence de l'albite. L'auteur ne s'occupe pas dans ce travail du métamorphisme de la région de St-David's, mais il indique qu'une étude plus détaillée de ces roches ne peut manquer de jeter du jour sur la théorie du métamorphisme.

Les dykes diabasiques sont les roches les plus récentes de St-David's, elles traversent toutes les autres. L'auteur en décrivant leurs caractères macroscopiques et microscopiques, fait remarquer qu'elles présentent souvent de beaux exemples de structure fluidale.

M. Geikie termine son mémoire par un résumé de l'histoire géologique de la région qu'il vient de décrire. Les documents les plus anciens sont ceux que nous offre la série volcanique, et qui montrent, qu'au commencement de la période cambrienne, il existait dans cette région des évents volcaniques.

Les accumulations de matières éjaculées furent recouvertes en stratification concordante par le conglomérat et les groupes suivants du cambrien. Mais les mêmes tuffs furent

encore éjaculées après que le conglomérat s'était déposé. Plus tard, cette épaisse série de couches diverses fut plissée et soumise à des actions métamorphiques partielles qui déterminèrent la transformation des tuffs et des schistes en schistes séricileux. C'est alors seulement qu'une masse de granite fit éruption par une fente du pli, éruption qui fut accompagnée de celles d'elvans et de porphyre quartzifère sphérulitique. Ces roches éruptives provoquèrent à leur tour un métamorphisme dont les effets sont moins intenses que ceux dont il vient d'être question. Le dernier épisode est celle de l'éruption des dykes de diabase ; la manière dont ils pénètrent en tous sens le granite semblerait indiquer que les éminences granitiques se trouvaient sur une ligne de faible résistance, par où les matières éruptives pouvaient facilement s'échapper.

L'auteur, à la fin de son travail, rappelle qu'un grand nombre de ses préparations microscopiques ont été soumises à MM. Zirkel, Wichmann et Renard. Ils arrivèrent à confirmer les conclusions de M. Geikie et ils formulent de la manière suivante les résultats de leurs études faites en commun.

1° Les roches désignées sous le nom de *Dimétien* sont du granite.

2° Les porphyres quartzifères sont des roches tout à fait analogues à celles que l'on doit s'attendre à trouver comme apophyses du granite et les échantillons de Bryn-y-Garn-Rock House et St-David's ne laissent pas de doute que telle est leur origine. On ne peut pas les confondre avec des laves rhyolitiques.

3° Le conglomérat, au contact du granite, montre du quartz d'origine secondaire entre les cailloux qui le composent.

4° Les bandes de tuff à grains fins qui sont intercalées à divers horizons dans le conglomérat et au-dessus de cette

roche ne peuvent pas être dérivées de la décomposition superficielle (subaérienne) de roches volcaniques plus anciennes.

5° On observe un feuilletage qui s'est développé aussi bien dans les couches inférieures au conglomérat que dans celles qui le surmontent.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Sur les **schistes métamorphiques de l'île de Groix,**
par M. **Charles Barrois.**

SOMMAIRE.

INTRODUCTION. — HISTORIQUE.

A. SCHISTES A CHLORITOÏDE.

1° Description des schistes à chloritoïde : minéraux constituants, leurs caractères optiques, leur composition chimique.
2° Gisement du chloritoïde dans les couches stratifiées, ou en filons primaires; sa distribution dans les autres régions.
3° Variétés des schistes à chloritoïde:
- *a*. Schiste à chloritoïde, proprement dit,
- *b*. Schiste à chloritoïde micacé,
- *c*. Schiste à chloritoïde graphiteux,
- *d*. Micaschiste à chloritoïde.
- *e*. Micaschiste à chloritoïde grenatifère.

B. AMPHIBOLITHES A GLAUCOPHANE.

1° Description des minéraux constituants, composition et structure de la roche.
2° De la position systématique des amphibolites à glaucophane.
3° Variétés des amphibolites à glaucophane :
- *a*. Amphibolites à glaucophane,
- *b*. Amphibolites à glaucophane grenatifères (éklogites).

Introduction.

Groix est une île de 20 kilomètres de contour, située à 14 kilomètres au large du Morbihan. Peuplée de nombreux pêcheurs, elle n'attire guère que l'attention des navigateurs ; et beaucoup d'habitants du continent voisin ne la connaissent que de nom.

Des falaises abruptes la bordent de toutes parts; hautes et escarpées à l'ouest de l'île, du côté de la *mer sauvage*, elles y forment des remparts verticaux hauts de 40 à 50 mètres, sur lesquels vient se briser sans cesse l'effort des grandes lames de l'Atlantique. Par les gros temps, l'écume de ces lames arrive jusqu'au haut des falaises; en tous temps, les vagues pénètrent en mugissant dans les profondes et nombreuses cavernes dont ces falaises sont creusées : le trou de l'Enfer, le trou du Tonnerre, ne peuvent être visités qu'en canot, à marée basse. Cette partie des falaises est d'un accès difficile. L'exploration de la côte orientale est plus facile, les falaises s'abaissent de ce côté, et les atterrissements qui se forment à leur pied, permettent de suivre la grève, et d'observer de face les belles roches qui constituent les escarpements.

Les falaises sont formées de gemmes, le sable que l'on foule aux pieds est formé de gemmes : Groix est un véritable écrin. Mille nuances différentes colorent le tapis où l'on marche, les minéraux les plus variés brillent dans la falaise : le mica blanc nacré s'y rencontre mélangé à du quarz, formant de belles roches blanches argentées ; la présence du chloritoïde, de la chlorite, de l'amphibole, donne naissance

à des lits verts, l'épidote forme des lits jaune-verdâtre, le fer magnétique ou titané donne des tons d'acier. Toute la gamme des bleus est fournie par la glaucophane, d'un bleu-indigo quand elle est seule, elle passe au bleu-clair, au bleu-gris, au bleu-vert, au bleu-violet, suivant qu'elle est confusément associée aux autres minéraux, ou qu'elle alterne avec eux en bandes plus ou moins épaisses. Le rutile et surtout d'innombrables grenats colorent certains bancs en rouge.

L'examen des falaises montre que l'île est essentiellement formée de *schistes à chloritoïde* et d'*amphibolites à glaucophane*, en couches alternantes : les premiers dominent dans la moitié S.O. de l'île, les autres dans la moitié N.E., la direction dominante de l'ensemble étant vers le N.O.

L'intérieur de l'île est moins intéressant ; c'est un plateau peu ondulé, d'une altitude moyenne de 30 à 40 m. et entièrement formé d'une terre argileuse compacte et épaisse provenant de la décomposition des schistes. Quelques ravins montrant les roches sous-jacentes permettent de constater qu'elles sont identiques à celles des falaises. J'ai rapporté cet ensemble de couches, sur la Feuille 88, de la carte géologique de France, à la partie supérieure du *Terrain primitif*, aux *schistes chloriteux et talcschistes* des Alpes de M. Lory; ils représentent l'Etage des *Talcites cristallifères* de Cordier.

Cette opinion est appuyée à la fois par leur gisement stratigraphique et par leur composition minéralogique. La direction de ces couches nous montre en effet, qu'elles appartiennent au faisceau de micaschistes qui longe le plateau méridional de la Bretagne, de Groix à la presqu'île de Rhuis et à l'embouchure de la Villaine ; il est toutefois permis d'y voir un membre très métamorphisé de l'étage des *phyllades de St-Lô* (Cambrien de Dufrénoy). Ces couches appartiennent donc au sommet du *terrain primitif*, ou forment la base du *Terrain cambrien*, sans qu'il soit encore possible de préciser?

La richesse en minéraux rares des roches de Groix est déjà célèbre, quoique signalée depuis quelques années à peine.

Historique : Le premier mémoire sur la géologie de cette région remonte à 1848. M. de Fourcy (1) reconnut que l'île était formée d'un schiste micacé jaunâtre, à grandes feuilles de mica; il devient compacte, vert, feldspathique à Kimminehy, où on a pu l'exploiter pour la construction du phare de l'île. Il signale le grenat à Kerduit, du cuivre pyriteux, du cuivre gris, du fer hydraté à St-Tudy, et enfin avec doute du rutile ou du fer titané. La carte géologique de MM. Lorieux et de Fourcy rattache les formations de l'île de Groix, aux schistes talqueux cambriens, modifiés par le granite.

En 1866, M. d'Ault-Dumesnil (2) cite à Groix le fer oxydulé titanifère.

C'est M. l'abbé Guyonvarch qui fit le premier remarquer l'extraordinaire richesse minéralogique de l'île, à ce que nous apprend M. le comte de Limur (3) qui eut le mérite de donner la première liste des minéraux de Groix, d'après une collection qui lui avait été remise par M. l'abbé Guyonvarch. M. de Limur reconnaît dans les roches de l'île : grenat, quarz, fer oxydulé, déjà signalés; mais en outre, rutile, nigrine, ilménite, sphène, crichtonite, sismondine, ripidolithe, talc chloriteux, dolomie, orthose, albite, formant un filon-couche près du lieu dit la Source-minérale. M. l'abbé Guyonvarch a signalé près de ce même point un autre puissant filon d'un minéral manganésifère, formé de pyrolusite concrétionnée, amorphe, d'après M. de Limur. Enfin les

(1) *De Fourcy* et *Lorieux* : Description géol. du Morbihan, Paris, 1848, Imp. nat., p. 74-75.

(2) *D'Ault-Dumesnil :* Hist. nat. du Morbihan, Vannes, chez Galles, 1866, p 10.

(3) *Comte de Limur* : Sur quelques substances minérales rares, en gisement dans l'île de Groix. Bull. soc. phylomatique du Morbihan 1879, premier semestre.

sables des grèves de Groix ont fourni à M. de Limur, spinelle, zircon, dont le gisement n'a pas encore été reconnu.

On doit à M. René Bréon ([1]) une très intéressante liste des minéraux qu'il a reconnus dans le sable de la côte de Groix : fer oxydulé, fer titané, grenat, staurotide, amphibole, glaucophane, sphène, pyroxène, andalousite, mica blanc, quarz, feldspath.

Avant de passer à la description des roches si variées de l'île, c'est pour moi un agréable devoir d'adresser ici mes remerciements à M. Michel-Lévy et à M. Renard, qui ont bien voulu m'aider dans l'étude de mes minéraux. Je dois à M. Renard l'analyse du chloritoïde, et à M. Michel-Lévy de nombreux conseils pour l'étude des caractères optiques.

§ *A.*

SCHISTES A CHLORITOÏDE.

I. *Description* : La roche qui forme la majeure partie de l'ile a une structure schisteuse franche, elle présente à l'œil l'aspect bien connu des talcschistes et des chloritoschistes, auxquels on l'a rapportée jusqu'ici. Quelques lits passent aux micaschistes par le développement de grandes lamelles de mica blanc (muscovite), ou vert (chloritoïde).

L'étude attentive de ces schistes montre qu'ils sont essentiellement formés par des grains irréguliers de quarz, réunis tantôt par des lames entrelacées, tantôt par des membranes plus ou moins étendues, ondulées de mica blanc : ils contiennent en outre comme élément essentiel le minéral vert que nous rapportons au chloritoïde. Ils renferment aussi rutile, zircon, graphite, fer oxydulé, épidote, chlorite, et comme éléments accessoires grenat, biotite, orthose, sphène, tourmaline, limonite.

Chloritoïde : Le chloritoïde qui nous paraît ici le minéral

(1) *R. Bréon* : Bull. soc. minéralogique de France, t. III, 1880, p. 55.

caractéristique de la roche, est en cristaux tabulaires, de grandeur très variable, bleu verdâtre foncé, clivable suivant la base ; souvent il est distribué irrégulièrement dans le schiste, à la façon des cristaux de chiastolithe des schistes maclifères, et des ottrélites des schistes ottrélitifères ardennais. La ressemblance de la roche avec ces schistes à ottrélite des ardennes, est alors telle, que je les avais assimilés sur le terrain ; et en fait, il reste parfois très difficile de les distinguer à l'œil.

Les lamelles que nous rapportons au chloritoïde varient en moyenne de 1 à 10 mm., dans les divers lits de schiste ; une même couche schisteuse contient des cristaux de diamètre sensiblement constant. La forme de ces lamelles est très difficile à reconnaître exactement, elles sont généralement contournées, ridées, curvilignes, irrégulières ; elles ne m'ont pas présenté de contour polygonal régulier. La forme rhombique d'un certain nombre de ces tables, me paraît dûe à des clivages suivant les faces d'un prisme, presque normal à la base.

Ces tables se divisent beaucoup plus facilement toutefois suivant leur base, donnant ainsi naissance à des lamelles de clivage plus ou moins fines. Ces lamelles ressemblent à celle des micas, mais sont toujours moins fines, plus dures, et cassantes au lieu d'être élastiques et flexibles (sprödglimmer de Tschermak). Elles sont translucides, et ont un éclat faiblement nacré ; ces lamelles se cassent suivant d'autres clivages déjà mentionnés, suivant lesquels elles ont un éclat résineux. Ces clivages présentent sur le plan du clivage principal une très faible obliquité ; leur angle plan mesuré au microscope sur les lames minces taillées suivant la base, et sur un certain nombre de lamelles de clivage suivant *p*, m'a donné pour moyenne 121°, valeur qui ne s'écarte guère des prismes de 120° que MM. Tschermak et Sipocz adoptent pour la plupart des clintonites.

Observations microscopiques : Le clivage suivant p moins facile que dans les micas, est plus facile toutefois que dans l'ottrélite des Ardennes; il est du reste facilité, ou plutôt exagéré par sa coïncidence avec une macle très commune dans l'espèce. Ces cristaux tabulaires sont formés de lames hémitropes empilées parallèlement au clivage principal ; mais avec pénétration et rotation de 120° autour d'un axe perpendiculaire à p, autant qu'on en peut juger. Cette macle est donc analogue à celle des micas.

Les sections minces taillées parallèlement à la base p, ou les lamelles obtenues par le clivage assez facile dans cette direction, s'éteignent suivant les diagonales des clivages plus difficiles, prismatiques. Bissectrice un peu oblique sur p, dispersion horizontale considérable ; la bissectrice se meut dans le plan bissecteur de l'angle aigu des clivages difficiles : elle est positive (γ) (1). Le plan des axes optiques est sensiblement parallèle au plan bissecteur de l'angle obtus des clivages difficiles.

$$2V = 45 \text{ à } 55° ; \rho > \nu$$

Ces lamelles sont très dichroïques, elles m'ont montré les teintes suivantes quand le plan principal du polariseur coïncide avec :

α . . . vert-olive
β . . . bleu-indigo

Les sections taillées suivant p sont toujours maclées, elles présentent des extinctions symétriques à 30° de chaque côté de la ligne de macle m.

Dans les préparations microscopiques, le plus grand nombre des sections est oblique à p ; elles ont alors la forme de parallélogrammes très allongés, passant du jaune-verdâtre

(1) Nous appelons α, β, γ, les axes d'élasticité maxima, moyenne et minima.

au vert-bleuâtre : les bords allongés de ces parallélogrammes sont des droites remarquablement nettes, mais les deux autres extrémités sont des lignes brisées, déchiquetées, dentelées suivant les clivages. Dans les plaques taillées perpendiculairement au clivage facile, les sections en zones suivant pg^1 et h^1g^1 montrent, en outre des traces parallèles de ce clivage, de longues bandes diversement colorées qui leur sont parallèles : ces bandes hémitropes sont beaucoup moins serrées que les traces des clivages, et habituellement au nombre de 4 à 5 par individu cristallin ; elles sont habituellement maclées de telle façon qu'à une face donnant les couleurs jaune et verte, s'associe une face donnant les couleurs jaune et bleu.

Faces parallèles à $\alpha\gamma$: Clivage facile p à traces très rapprochées, extinctions nettes et franches sensiblement parallèles et perpendiculaires à ces traces. Les sections bien choisies sont parallèles au plan des axes optiques ; en lumière convergente, l'extinction se manifeste par une ombre générale sans trace noire rectiligne.

Ces lamelles dichroïques montrent :

Suivant α . . . . vert-olive.
Suivant γ . . . . jaune-verdâtre-pâle.

Les lamelles maclées, associées suivant p, avec légères pénétrations irrégulières, présentent des propriétés optiques analogues à celles des sections parallèles à $\beta\gamma$.

Faces parallèles à $\beta\gamma$: L'extinction en lumière parallèle ne se fait pas nettement ; les plaques passent du jaune-verdâtre au bleu foncé, au violet et enfin au vert jaunâtre. Si à la place de la lumière blanche, on cherche les extinctions en lumière bleue, puis en lumière rouge, on constate :

En lumière bleue... Une extinction à 9° des traces du clivage facile p,
En lumière rouge... Une extinction à 25° de ces traces.

Il y a donc dispersion considérable des axes β et γ dans le plan bissecteur de l'angle aigu des clivages difficiles.

En lumière convergente blanche, la trace du plan des axes optiques, au lieu d'être jalonnée par une ligne noire, est remplacée par des bandes colorées.

Ces lamelles dichroïques montrent :

Suivant β	bleu-indigo
Suivant γ	jaune-verdâtre-pâle.

Coordination des observations précédentes : Il résulte de ce qui précède que l'axe de plus grande élasticité α ne subit pas de dispersion sensible, tandis que les axes β et γ subissent une dispersion considérable dans le plan bissecteur de l'angle aigu des clivages difficiles.

Il y a donc lieu de supposer que le chloritoïde en question est monoclinique, que α se confond en direction avec l'orthodiagonale, et que β et γ se meuvent dans le plan g^1 de symétrie. Il est difficile de mesurer les angles *p m* ; ils paraissent voisins de 90°.

Dans cette hypothèse : α coïncide avec ph^1, β fait dans le plan g^1 un angle variable avec pg^1.

Savoir :	β rouge	25° à 28°
	β bleu	8° à 11°

γ bissectrice de l'angle aigu des axes optiques, fait les mêmes angles avec l'arête *mm*.

Le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1.

Ce minéral est peu biréfringent, doué d'une double réfraction assez faible ; en lumière naturelle il présente l'aspect rugueux des minéraux durs.

Tous ces caractères démontrent une étroite parenté entre ce minéral de Groix et le chloritoïde de Fiedler, la masonite de Jackson, la sismondine de Delesse, l'ottrélite de Dethier, en un mot avec le groupe des clintonites de MM. Tschermak et Sipocz. La connaissance détaillée de l'ottrélite, dûe à MM. Renard et de la Vallée-Poussin (1), nous donne des

(1) *A. Renard* et *de la Vallée-Poussin* : Note sur l'ottrélite, Ann. soc. géol. de Belgique, T. IV, Mém., p. 51.

caractères distinctifs avec le minéral de Groix, dont les plus grandes analogies restent avec la série du chloritoïde, telle qu'elle est limitée par MM. Tschermak et Sipocz (1). Les analogies avec le chloritoïde sont la forme monoclinique, avec prisme d'environ 120°; le clivage facile suivant *p* donnant naissance à des lamelles très dures, deux clivages difficiles suivant les faces du prisme; l'assemblage des macles suivant la base avec rotation de 120°; le signe positif de la bissectrice; l'inclinaison de γ sur l'axe vertical de symétrie. La seule différence notable consiste en ce que les lamelles de clivage m'ont permis de voir les deux axes optiques, tandis qu'elles n'ont laissé voir qu'un des axes à M. Tschermak. La position des axes optiques est en outre suivant le plan de symétrie, d'après M. Tschermak, tandis qu'il nous paraît coïncider avec h^1.

L'analyse chimique du minéral de Groix, que M. Renard a bien voulu faire pour moi, est venue je crois, fixer cette question, en montrant l'identité de composition du chloritoïde de Groix, avec les échantillons qui ont été analysés par MM. Sipocz (2), von Kobell (3), von der Marck (4).

Chloritoïde du Grippe (Ile de Groix)

SiO^2	. . .	24.90
Al^2O^3	. . .	40.36
FeO	. . .	26.17
MgO	. . .	2.54
H^2O	. . .	6.23
		100.20

(1) *Tschermak et Sipocz* : Die Clintonit-Gruppe, Sitz. der k. Akad. d. Wissens., Wien, Bd. LXXVIII, nov. 1878, p. 23.

(2) *Sipocz* et *Tschermak* : l. c., p. 16.

(3) Voyez les analyses de von Kobell, Smith, Bonsdorff, Hermann dans la Minéralogie de M. Des Cloizeaux, p. 464.

(4) *Von der Marck* : Verh. d. nat. Ver. Rheinl., Jahrg. XXXV, 4 Folge, V Bd., p. 260.

Ce qui correspond à la formule :

$$H^2FeMg\,(Al^2)\,SiO^7$$

Le gisement du chloritoïde de Groix sur lequel nous reviendrons plus loin, nous fournira du reste encore un argument, pour rapporter cette espèce au chloritoïde-type de Fiedler.

Les lamelles de chloritoïde de mes préparations montrent des divergences assez grandes au point de vue de leur teneur en inclusions ; certaines lamelles en sont entièrement dépourvues, d'autres en sont criblées. Le rutile, le grenat, le fer oxydulé, et le graphite, sont les éléments reconnus; je n'y ai pas reconnu de quarz en inclusion, ni à l'état de quarz de corrosion. Les grenats sont parfois si abondants, que le cristal de chloritoïde est réduit à une sorte de dentelle autour de ces cristaux; le rutile est à deux états différents, en petites aiguilles très déliées, visibles comme de simples traits aux plus forts grossissements (*Thonschiefernadelchen*), ou en microlithes plus épais, atteignant 0,02 à 0,04 mm. de diamètre, et rappelant ceux des amphibolites.

Le chloritoïde résiste bien aux altérations atmosphériques, ses sections paraissant généralement fraîches et intactes jusqu'au bord. Parfois il y a des infiltrations ou des formations de limonite suivant les clivages. Il est très souvent épigénisé par de la chlorite, qui le remplace parfois entièrement. L'épigénie se suit progressivement de la périphérie au centre, et se propage irrégulièrement suivant les diverses macles d'un même individu; aussi il arrive que des lamelles polysynthétiques d'un même cristal de chloritoïde sont séparées par de petits lits de chlorite, qui occupent la place des lamelles disparues.

2. *Gisement du chloritoïde.*

Le gisement du chloritoïde de Groix est multiple. Il forme d'abord partie intégrante des schistes qui constituent essentiellement le sol de l'île; il se trouve ensuite en filons.

Chloritoïde des schistes : Dans les schistes mêmes, il se présente sous deux états très différents, suivant qu'il est en grandes lamelles, ou en petites paillettes.

Les *grandes lamelles* sont les cristaux qui nous ont surtout servi à la description précédente, elles ont un diamètre variable de 1 à 10 mm. Elles contiennent toujours des inclusions de rutile à l'état de gros microlithes, et très souvent des inclusions de grenat, de fer oxydulé et de graphite. Elles présentent le caractère général d'être toujours disséminées irrégulièrement, obliquement, par rapport aux plans de division du schiste, à la façon des chiastolithes des schistes à grandes macles. Ces grandes lamelles sont limitées à certains lits de schiste, qui nous rappelèrent surtout les schistes ottrélitifères de l'Ardenne : on les verra facilement dans la baie de Locmaria. Les micaschistes à grandes lamelles paraissent alterner dans les falaises avec des schistes graphiteux, des schistes chloriteux, et des phyllades, en couches parallèles.

Les *petites paillettes* de chloritoïde m'échappèrent complètement quand je fis le levé géologique de l'île ; ces paillettes n'ont en effet, en moyenne que 0,1 à 0,2 mm. de diamètre, et sont donc à peu près invisibles à l'œil nu. Elles forment la partie dominante et essentielle des couches qui alternent avec les micaschistes à grandes lamelles, et que nous venons de désigner sous les noms de schistes graphiteux, schistes chloriteux et de phyllades Ces petites paillettes se distinguent en outre des lamelles précédentes, par les inclusions qui les remplissent. Je n'y ai jamais observé de grenat ; le rutile n'y est plus à l'état de microlithes de 0,03 mm. de diamètre, mais à l'état de cheveux beaucoup plus déliés, qui restent linéaires aux plus forts grossissements. Les paillettes de chloritoïde sont réellement bourrées de ces petits cheveux de rutile, ils sont si abondants qu'ils troublent la transparence propre de ces cristaux, dont les extinctions deviennent ainsi difficiles à étudier. Le graphite à l'état de fins granules est de plus

fréquemment inclus dans le chloritoïde en petites paillettes, qui doit ainsi à ses inclusions une teinte sombre, noirâtre. Ces petites paillettes sont généralement couchées suivant les feuillets du schiste, où elles se présentent sous forme de petits rhombes noirâtres de 0,1 à 0,2 de diamètre, et donnent à la roche l'aspect d'un phyllade ordinaire pailleté de graphite.

Dans les schistes de Groix, la distribution du chloritoïde est ainsi tout à fait irrégulière : des lits chargés de petites paillettes alternent avec des lits à grandes lamelles, et avec des lits dépourvus de chloritoïde. Quand ce chloritoïde est en lamelles de 1 à 10 mm., elles sont généralement obliques ou perpendiculaires aux feuillets du schiste, qu'elles traversent dans tous les sens ; quand il est en paillettes de 0,1 à 0,2 mm., celles-ci sont habituellement serrées les unes contre les autres, couchées à plat et étalées suivant les plans de fissilité du schiste.

Ainsi, la disposition confuse ou stratoïde des cristaux de chloritoïde, formés par voie métamorphique dans ces schistes, est ici fonction de leur volume : les petits cristaux ont pu s'orienter suivant la schistosité, les gros cristaux la traversent irrégulièrement. Cette observation tendrait à faire croire que ces cristaux étaient formés avant que le schiste eut acquis sa structure feuilletée ?

Chloritoïde en filons : Le chloritoïde n'est pas limité à Groix aux schistes où nous venons de le signaler ; il y est aussi très répandu en nids et en filonnets, qui coupent transversalement les strates de l'île, au dépôt desquelles ils sont ainsi nettement postérieurs. Ces petits filons, larges de 0,01 à 0,10, traversent indifféremment les schistes à chloritoïde et les amphibolites à glaucophane. Ils constituent le gisement des nombreux minéraux rares découverts en 1879 par M. l'abbé Guyonvarch, et dont on doit une liste à M. le Comte de

Limur (1). Ils sont principalement formés de chlorite écailleuse (ripidolithe), enveloppant communément feldspath orthose, albite, tourmaline, quarz, chloritoïde, mica blanc, sphène, rutile, crichtonite, fer titané, fer oxydulé, dolomie, sidérose (2) ; et rappellent d'une façon frappante les filons chloriteux qui fournissent les beaux minéraux de l'Oisans et du Saint-Gothard.

Le chloritoïde forme dans ces filons des masses cristallines plus ou moins étendues, constituées par des cristaux de 0,01 à 0,02 maclés suivant leur base, et irrégulièrement accolés, déformés, serrés, suivant leurs faces latérales. Toutes les lamelles de chloritoïde de ces filons examinées au microscope m'ont présenté le caractère général d'être entièrement dépourvues d'inclusions : elles sont d'une homogénéité parfaite. Ce sont des cristaux de cette nature qui ont été remis à M. l'abbé Renard pour l'analyse, qu'il a bien voulu faire.

Au point de vue génétique, il convient sans doute de rapporter à un même phénomène, la formation du chloritoïde dans les filons et dans les schistes : dans le premier cas, il cristallisait à l'état de pureté dans les géodes et les fissures de la roche ; dans le second, il prenait naissance dans un

(1) *Comte de Limur* : Bull. soc. polymathique du Morbihan, 1879, 1er semestre.

(2) La tourmaline de ces filons mérite ici une mention spéciale, bien qu'elle n'ait pas encore été signalée à Groix. Elle y est en beaux petits prismes de couleur foncée, parfois si abondants qu'ils constituent en certains points de vraies *tourmalinites*. Ses cristaux sont groupés en faisceaux plus ou moins étendus, et présentent assez fréquemment des terminaisons ; on y remarque en outre des inclusions solides, prismatiques, simples ou groupées régulièrement, et alignées suivant l'axe vertical des tourmalines. Dans les schistes encaissants, la tourmaline n'existe qu'à l'état accidentel ; son grand développement dans les filons montre qu'elle est arrivée par ces filons, et qu'elle a émigré de là dans les strates voisines.

milieu chargé de nombreuses particules étrangères, en suspension. On ne peut donc ici considérer les inclusions comme développées en même temps que le cristal qui les renferme, aux dépens d'une même solution qui aurait donné naissance à deux corps différents et homogènes l'un et l'autre, à la façon des grenats de Bastogne (1) et d'Auerbach (2). L'association du chloritoïde dans les filons à des minéraux fluorés, boratés, titanés, rattache sa formation à des phénomènes d'émanation, dont on pourra probablement fixer la date dans la région continentale voisine. Ces filons rentrent dans la catégorie des *filons primaires* de M. K. Lossen (3), dont nous partageons ici les vues ingénieuses.

Distribution du chloritoïde dans les autres régions : Le gisement du chloritoïde de Groix me paraît identique à celui du chloritoïde typique de Fiedler (4) dans l'Oural. Gustave Rose (5) nous apprend en effet que le chloritoïde de l'Oural se trouve en compagnie de minéraux variés, en nids et en filonnets traversant des chloritoschistes avec émeri. On doit même se demander avec M. von Foullon si ces chloritoschistes ne sont pas chargés également de chloritoïde? Le chloritoïde a déjà été signalé d'ailleurs comme partie constituante de schistes au Canada, par M. Sterry-Hunt (6), qui proposa le premier en 1861 le nom de *schiste à chloritoïde* pour des roches

(1) *A Renard* : Les roches de Bastogne. Bull mus. roy. de Belgique, T. 1, 1882, p. 19.

(2) *Knop* : Neues Jahrb. f. Miner. 1858, p. 33.

(3) *K. Lossen* : Zeits. d. deuts, geol. Ges. Bd., XXVII, 1875, p. 967.

(4) *G. Fiedler* : Lagerstätten des Diaspor, Chloritspath, Pyrophillit und Monazit, aufgefunden im Ural, Poggend. Annal. Bd., 25, 1832, p. 322.

(5) *G. Rose* : Reise nach d. Ural, Berlin 1837. 1 Bd. p. 249.

(6) *T. Sterry-Hunt* : Note on Chloritoïd from Canada, Amer. journ. of Science, 2 sér., 1861, vol. 31, p 442. — Voyez aussi *Brush*, l. c, p. 358.

paléozoïques des montagnes de Notre-Dame. M. von der Marck (1) reconnut la présence du chloritoïde dans des schistes verts, à apparence de chloritoschiste, qui se trouvent dans le Taunus entre le gneiss à séricite de M. Lossen et les phyllites : ces *schistes à chloritoïde* sont formés de chloritoïde, hornblende, fer magnétique, épidote, mica blanc, quarz, et comme élément accessoire plagioclase. Le Dr K. Koch a pu distinguer dans ces schistes plusieurs variétés :

Schistes à chloritoïde, ordinaires,
Id. id. hornblendifères,
Id. id. micacés.

A Falkenstein, ces schistes à chloritoïde sont traversés par des filonnets et des nids de quarz, albite, asbeste, axinite et chloritoïde en lamelles, qui ont fourni à M. von der Marck la matière de son analyse.

Ainsi cette chloritoïde du Taunus est identique à celle de Groix, par son gisement, comme par sa composition et par ses caractères physiques.

M. Renard a reconnu le chloritoïde dans les schistes cambriens des Ardennes. Le gisement le plus intéressant de chloritoïde reconnu jusqu'ici est celui qui a été décrit récemment par MM. Stur (2) et von Foullon (3) : On connaissait la présence du chloritoïde à Pregratten (dans le Tyrol autrichien, où elle était comme dans l'Oisans en filonnets d'après MM. Liebener et Vorhauser (4) ; mais dans la Wurm-

(1) *Von der Marck* ; Chem. Untersuch. westf. u. rheinisch. Gebirgsart. u. Mineralien : Verhandl. d. natur. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westf. 1878, vol. 35, p. 257.

(2) *D. Stur* : Funde v. untercarbonischen Pflanzen... in den N.O. Alpen, Jahrb. d k. k. geol. Reichsanstalt, 1883, Bd. XXXIII, p. 189.

(3) *Heinrich Baron von Foullon* : Ueber die petrog. Beschaffenheit der krystallinischen Schiefer der untercarbonischen Schichten, etc. Jahrb. der k. k. Reichsanstalt, 1883, Bd. XXXIII, p. 207.

(4) *Liebener* et *Vorhauser* ; Nachtrag zu den Mineralien Tyrols, 1866, p. 13.

Alpe elle est disséminée dans des schistes. Ces schistes ont fourni une flore carbonifère à M. Stur, qui a pu ainsi fixer leur âge ; M. le baron von Foullon a reconnu que ces schistes houillers étaient formés essentiellement de quarz, de chloritoïde dans la proportion de 20 %, puis en petites quantités d'un minéral asbestoïde, de zircon, rutile, graphite. Le chloritoïde est donc nettement ici un minéral secondaire, d'origine métamorphique.

3. *Variétés des schistes à chloritoïde.*

Les schistes à chloritoïde caractérisés d'une façon générale, comme nous venons de l'indiquer, présentent plusieurs variétés principales, que nous allons décrire successivement.

a. **Schiste à chloritoïde proprement dit** : A l'œil, ces schistes gris-noir ressemblent aux phyllades ardennais, mais sont plus luisants, plus satinés, rappelant ainsi l'aspect des talcschistes de Brongniart, de Cordier. Ils paraissent formés de membranes ondulées, continues, d'une matière micacée blanche; sur leur tranche on reconnaît quelquefois des grains, ou de petits lits lenticulaires allongés de quarz. Leur teinte noire indique la présence du graphite, auquel on est tenté de rapporter de petites paillettes noires brillantes parfois visibles; enfin le reflet vert-sombre de la plupart de ces schistes fait supposer qu'en outre du graphite, ils contiennent de la chlorite.

Au microscope, dans la lumière polarisée, on ne peut distinguer ces schistes à chloritoïde, des phyllades, à cause de l'abondance de la substance micacée qui remplit dans les deux cas le rôle de pâte. On l'observe presque seule sous les nicols, à l'état de fines membranes continues blanc-verdâtre dans lesquelles sont noyés les autres minéraux; elle nous a présenté les caractères microscopiques de la séricite, à feuillets minces, dont les fibres entrelacées ressortent surtout

en lumière polarisée quand on interpose une lamelle de quarz sensible (1). A défaut d'analyse, nous ne pouvons déterminer ce mica d'une manière précise (séricite, paragonite); la séricite des roches ne se distingue pas du reste de la muscovite des filons, dont elle n'est qu'une variété cryptocrystaline, comme l'a établi M. Laspeyres (2). En sections parallèles au schiste, ce mica blanc taillé presque uniquement suivant sa base, reste constamment éteint, et on pourrait le prendre pour une base amorphe isotrope, où on ne distingue que quelques rares cristaux isolés; en sections perpendiculaires au contraire, ses diverses fibres s'éteignent en long.

Le quarz est en grains très petits, clairs, transparents, de formes irrégulières, arrondies, polarisant vivement; leurs bords ne sont pas nets, ni anguleux, mais passent insensiblement et uniformément à la pâte encaissante : leurs contours sont indistincts sous les nicols, noyés qu'ils sont dans l'épaisse masse du mica blanc formant pâte. Ce quarz paraît par tous ses caractères assez récent, comme l'indiquait déjà M. Zirkel (3) dans son premier mémoire sur les schistes.

En lumière naturelle, le minéral qui attire de suite l'œil par son abondance est le chloritoïde, en petites paillettes rhombiques verdâtres. Il est toujours ici en paillettes très petites de 0,1 à 0,2 mm., généralement couchées suivant la schistosité, mais parfois obliques; en règle générale ces petites paillettes de chloritoïde sont littéralement bourrées d'aiguilles linéaires de rutile, croisées dans tous les sens. Je n'ai jamais vu de minéral plus rempli d'inclusions que ces petits cristaux de chloritoïde : les aiguilles de rutile forment

(1) *Von Groddeck :* Zur Kenntniss einiger Sericitgestein, Neues Jahrb. f. Miner, 1882, 2 Beil. Bd., p. 81.

(2) *H. Laspeyres* : Der Sericit, Zeits. für Kryst. u. Miner, v. Groth, Bd. IV, 1880, p. 244.

(3) Zirkel : Poggend. Annal, T. 144, 1872. p. 319.

à leur intérieur un véritable feutre, disposé en lits superposés suivant les clivages. Ces inclusions paraissent en effet beaucoup plus nombreuses suivant *p* que dans les sections perpendiculaires, car dans cette direction on en distingue en même temps plusieurs couches superposées, tandis que dans les autres directions on n'en voit plus que des trainées distinctes.

Le *graphite* en petits granules est souvent aussi inclus dans les paillettes de chloritoïde ; il est toutefois moins abondant dans leur intérieur que le rutile, paraissant surtout concentré, aggloméré, dans les parties superficielles de ces cristaux, sur lesquels il forme une sorte d'enduit. Il est en outre très répandu dans la roche, en dehors du chloritoïde ; ses granules, alignés, agglomérés en masses, ou divisées en une poussière ténue, dessinent dans les préparations des traînées pseudo-fluidales, ou des nuages vaguement limités.

Contrairement à ce qu'on observe dans la plupart des roches vues au microscope, les petits cristaux de chloritoïde sont beaucoup moins favorables à l'étude que les plus gros. Ce qu'expliquent facilement à la fois, leur position dans la pâte micacée, qui dérange l'examen de leurs caractères optiques, et leur richesse en inclusions. Ces inclusions leur donnent une teinte plus foncée, noirâtre, et un éclat métallique, qui les fait facilement confondre sous la loupe, avec des paillettes de graphite.

En outre des éléments précédents, ces schistes à ch'oritoïde contiennent encore parfois des grains de sphène comme minéral accidentel, ainsi que plus souvent chlorite, et limonite, comme produits d'altération. Les lentilles quarzeuses qui alternent parfois avec les feuillets du schiste, sont formées de gros grains cristallins juxtaposés de quarz, bien différents de ceux du schiste, et contenant des inclusions liquides.

Ce schiste à chloritoïde de Groix nous parait voisin des

Chloritoïdschiefer de la Wurmalpe de M. Von Foullon (1), qui contiennent d'après ses recherches 18 à 20 °/o de chloritoïde.

b. **Schiste à chloritoïde micacé** : Ces schistes ne se distinguent guère à l'œil des précédents, ils sont incomparablement moins répandus et je n'en connais que de rares gisements (falaises de Kermario, Loqueltas, Camp romain).

Au microscope, ils montrent comme ceux-ci une pâte micacée membraneuse, dans laquelle sont noyés des granules de quarz et des paillettes de chloritoïde; la muscovite, le quarz, le chloritoïde avec ses inclusions de rutile et de graphite, présentent les mêmes caractères que dans les schistes à chloritoïde proprement dits.

Le minéral qui distingue ces schistes est la biotite, bien développée en petites piles irrégulières, disséminées sans ordre, et dans tous les sens. La biotite m'a paru un des minéraux les plus rares de Groix, elle est cependant ici très bien caractérisée; taillée suivant la base elle a une couleur brunâtre et des contours irréguliers, elle montre deux axes optiques si rapprochés que la croix noire se disloque à peine quand on fait tourner la préparation sous les nicols. Elle est négative. Les sections normales à la base montrent que chaque cristal est formé de nombreuses lamelles brun-noirâtre, empilées les unes sur les autres, et s'éteignant suivant leur plan d'assemblage; elles sont très dichroïques, le maximum d'absorption a lieu quand leur longueur est parallèle à la section principale du polariseur. Ces piles de mica noir contiennent les mêmes inclusions que le chloritoïde, mais en outre du graphite, et des aiguilles de rutile ; on y reconnait des octaèdres de fer oxydulé, assez abondants du reste dans ces schistes micacés. Le mica noir paraît de formation plus

(1) H. Baron *Von Foullon* : Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. XXXIII, 1883, p. 220.

récente que le chloritoïde, car dans les points du schiste où ses lamelles abondent, elles entourent des lambeaux dissymétriques, irréguliers, fragmentés de chloritoïde.

Citons enfin dans ces schistes un dernier élément qui y est à l'état de minéral accidentel; c'est un minéral de forme discoïde, à sections fusiformes d'environ 1 mm., opaques, noires, à reflet métallique. Ces fuseaux opaques sont entourés d'une zone incolore ou jaunâtre, de mica blanc, ou plus souvent de gros grains anguleux de quarz récent. Ce minéral est identique à celui que MM. Renard et de la Vallée-Ponssin (1) ont signalé d'abord dans les schistes ottrélitifères des Ardennes, et que nous avons retrouvé ainsi que M. Zirkel(2) dans les schistes des Pyrénées de France et d'Espagne (3). M. Renard (4) qui en a donné de bonnes figures l'a rapporté au graphite, mais encore sans preuves absolues. Notons en passant la constance de cet élément fusiforme, dans tous les gisements de schiste à clintonites de France, des Ardennes à la Bretagne et aux Pyrénées.

c. **Schiste à chloritoïde graphiteux** : Les roches que je désigne sous ce nom se distinguent des *schistes à chloritoïde proprement dits*, par l'abondance du graphite, par la grosseur des grains de quarz, et par la diminution considérable des quantités du chloritoïde et du mica blanc.

Ce sont presque des quarzites fins; le quarz grenu est abondant, et ses grains sont bien plus nettement limités que dans les schistes. Ils ne sont plus noyés dans des membranes de mica blanc, la muscovite est ici à l'état de petites lamelles

---

(1) *A. Renard* et *de la Vallée-Poussin* : Sur l'ottrélite, Ann. soc. géol. de Belgique, t VI, p. 62.

(2) *Zirkel* : Zeits. d. deutsch. geol. Ges., Bd. XIX, p. 166.

(3) *Ch. Barrois* : Recherches sur les Asturies, Lille, 1882, p. 95.

(4) *A. Renard* : Les roches de Bastogne. Bull. Mus. royal de Belgique, t. I, 1882, p. 17.

isolées, irrégulières, plissées. Le chloritoïde rare, est de plus très décomposé, altéré, sans doute par suite de la plus grande porosité de la roche; aussi la chlorite, la limonite, sont-elles souvent abondantes. Ces roches sont les plus favorables à l'étude du graphite, qui se montre sous forme de grains irréguliers noirs, opaques, concrétionnés, à contours chagrinés, à reflet noir violacé métallique. Ils ne m'ont pas présenté de contours cristallins, et sont habituellement à l'état de poussière (charbon). Ces grains opaques charbonneux forment des traînées irrégulières, qui traversent irrégulièrement les grains de quarz.

d. **Micaschiste à chloritoïde :** Ces roches mériteraient mieux le nom trop complexe de *schistes micaschisteux à chloritoïde*; ce sont, en effet, des schistes où l'on reconnaît nettement à l'œil des lamelles distinctes de mica blanc et de chloritoïde de 5 à 10 mm. Ils ressemblent beaucoup à première vue aux schistes à grandes ottrélites de Serpont (Ardennes).

Leur couleur est noirâtre ou blanchâtre, suivant l'abondance du graphite ou du mica blanc, sur le feuillet que l'on considère; ils ont en outre une teinte verdâtre due au chloritoïde, très répandu dans ces roches, à l'état de grandes lamelles disposées transversalement, comme les chiastolithes dans les schistes argileux.

Une partie du mica blanc forme encore ici des membranes continues, illimitées; mais il est en général en cristaux distincts, qui présentent au microscope les caractères des piles de muscovite des granulites. Ces cristaux de muscovite séparent les grains de quarz, au lieu de les enlacer dans leur tissu, aussi la roche paraît au microscope beaucoup plus grenue que les schistes précédents. Les grains de quarz sont eux-mêmes plus gros, à contours sinueux, mais nettement limités; ils présentent souvent sous les nicols des extinctions successives, comme s'ils étaient formés d'individus maclés. La grosseur du grain et l'abondance même

du quarz varient extrêmement dans les diverses préparations que j'ai examinées ; des roches de Locmaria, riches en quarz grenu, à contours très découpés, m'ont semblé très remarquables par l'abondance des inclusions de leur quarz. Ces inclusions de forme irrégulière, sont liquides, et à bulle immobile à la température ordinaire ; elles sont aussi grosses que celles du quarz des pegmatites : elles sont alignées en traînées régulières, allongées, passant d'une manière évidente à travers tous les grains de quarz d'une même plage. M. Kalkowsky (1) a déjà signalé le même fait dans les quarz des gneiss de l'Eulengebirge, ainsi que d'une manière générale, M. Wichmann (2) pour les gneiss anciens.

Le *chloritoïde* est toujours ici en grandes lamelles, atteignant souvent 1 cent., et disposées obliquement dans tous les sens, à l'intérieur du schiste. Nous avons décrit plus haut en détail ces grandes lamelles ; rappelons seulement qu'en outre de leur volume et de leur disposition dans la roche, elles se distinguent en outre des petites paillettes de chloritoïde des schistes, par leur richesse en grosses inclusions (fer oxydulé, graphite et surtout rutile). Le *rutile* n'est plus ici en aiguilles linéaires, mais en microlithes atteignant souvent 0,10 mm. de long sur 0,03 de large ; l'abondance et la beauté de ces microlithes est incomparable. Ils sont prismatiques, jaune-verdâtre, transparents, très réfringents, polarisent vivement, s'éteignent en long sous les nicols, présentent un seul axe optique et sont positifs. Très souvent ils s'assemblent en macles caractéristiques, géniculées ou cordiformes ; les premières suivant b^1 sous un angle de 114°, les secondes suivant $b\ \frac{1}{3}$ sous un angle d'environ 55°. Ces cristaux sont allongés suivant les faces du prisme ; parfois

(1) *Kalkowsky* : Die Gneissformation d. Eulengeb., Leipzig, W. Engelmann, 1878, p. 26.

(2) *A. Wichmann* : Verh. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westf., t. XXXIV, 1876, p.

au contraire leur forme est plus irrégulière, et on trouve même des concrétions informes qui leur ressemblent tant par tous leurs caractères physiques, qu'on n'hésite guère à les considérer comme étant également formées de rutile.

Les analyses de MM. Van Werveke (1), Cathrein (2), Sauer (3) ont établi d'une façon positive que ces microlithes, si facilement reconnaissables à leurs macles, étaient du rutile. M. Von Foullon (4) a insisté également sur la richesse extraordinaire en rutile des couches à chloritoïde de l'Autriche; ainsi que M. Renard pour les couches à ottrélite des Ardennes.

Il y a à Loqueltas un micaschiste à chloritoïde très remarquable par son excessive richesse en rutile, en gros microlithes, en fines aiguilles, en grumeaux irréguliers, et présentant toutes les macles connues; ces microlithes inclus dans les autres minéraux constituants, forment par leur alignement des traînées continues, plissées à la façon des schistes les plus contournés, et qui se continuent sans interruption sur de grandes longueurs à travers les divers minéraux de la roche (quarz, mica, chloritoïde). Ces traînées représentent-elles les traces da la schistosité primitive du schiste argileux, aux dépens duquel s'est formé ce micaschiste métamorphique?

Tous les microlithes brunâtres, fortement réfringents, des micaschistes à chloritoïde n'appartiennent cependant pas exclusivement au rutile. Parmi les cristaux simples, non

---

(1) *Van Werveke* : Rutil im Ottrelitschiefer, Neues Jahrb. f. Miner., 1880-2, p. 281.

(2) *A, Cathrein* : Ein Beitrag zur Kennt. d. wildschonauer Schiefer, Neues Jahrb. f. Miner. 1881, p. 169.

(3) *A. Sauer* : Rutil als mikrosk. Gesteinsgemengtheil, Neues Jahrb. f. Miner. 1879, p. 569; et 1881, *I*, p. 227.

(4) *H. Baron von Foullon* : Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. XXXIII, 1883. Vienne, p. 237.

maclés, il en est quelques-uns qui m'ont montré des traces nettes de clivage suivant les faces pyramidales ; de plus ces cristaux clivés sont moins allongés et présentent une prédominance marquée des pointements octaédriques ; ils se parent enfin de couleurs vives, irisées, entre les nicols croisés. Ces caractères rapprochent beaucoup plus ces microlithes du *zircon* que du rutile, dont les clivages sont suivant *m* et h^1 ; et qui ne donne plus de couleurs de polarisation dans les plaques minces de l'épaisseur ordinaire de $0^{mm}02$. La biréfringence du zircon, beaucoup moindre que celle du rutile, a éte signalée par M. Michel-Lévy comme le meilleur caractère distinctif de ces petits cristaux dans les lames minces. Le zircon d'ailleurs a déjà été signalé à Groix par M. de Limur (1); il a été également reconnu récemment dans les schistes à chloritoïde d'Autriche par M. von Foullon (2).

Le *fer oxydulé* se trouve très répandu dans toute la roche, ainsi qu'en inclusions dans le chloritoïde, sous forme de petits octaèdres bien terminés, à contours cristallins bien nets ; ils sont disséminés irrègulièrement ou groupés en agrégats élégants et symétriques. Le *graphite* beaucoup moins abondant que dans les schistes proprement dits est en lamelles irrégulières.

Ces micaschistes à chloritoïde contiennent des éléments accessoires que nous n'avons pas rencontrés dans les schistes à chloritoïde : tels sont l'orthose et la tourmaline. Nous considérons ces couches comme ayant subi une action métamorphique plus intense. La *tourmaline* est en assez grands cristaux isolés, et non à l'état de microlithes, de l'âge des microlithes de rutile, *L'orthose* transparente, identique à celle des gneiss séricitiques que nous décrirons plus loin, est

(1) *Comte de Limur* : Bull. de la Soc. polym. du Morbihan, 1879, 1er semestre.

(2) *Baron von Foullon* : l. c , p. 223.

à l'état des gros cristaux isolés, peu nombreux, on n'en trouve généralement pas plus d'un, par préparation.

L'*épidote* se montre aussi d'une manière assez générale dans ces micaschistes, elle est souvent altérée, mais quelquefois conservée à l'état de prismes allongés suivant l'orthodiagonale, cassés en travers, et vitreux comme ceux que nous trouverons en si grande abondance dans les amphibolites à glaucophane. Elle est toujours ici couchée et allongée entre les piles de mica blanc.

La *chlorite* et la *limonite* sont des résultats d'altération fréquente dans ces micaschistes à chloritoïde.

e. **Micaschiste à chloritoïde, grenatifère** : Ces roches ne se distinguent des précédentes que par la présence du grenat, qui leur donne un aspect un peu différent. Elles sont de même très riches en beaux octaèdres de fer oxydulé, simples, ou assemblés suivant leurs sommets, ou maclés suivant leurs faces.

Le *grenat* est en grains rouges de 3 à 4 mm. au plus, et décroît souvent jusqu'à un si petit volume, qu'il n'est plus visible à l'œil nu. Il présente constamment la forme du rhombododécaèdre, à angles vifs bien terminés. Certains micaschistes de Locmaria où le quarz est très transparent, permettent d'étudier facilement dans les préparations minces les grenats qui y sont inclus : en faisant un peu varier la mise au point, on voit alors successivement toutes les faces de ces beaux petits grenats en suspension dans le quarz. Ce sont de petites gemmes de la plus belle eau, d'une limpidité parfaite ; elles ne montrent ni inclusions, ni fissures, ni clivages, et leur transparence est telle qu'on distingue aisément les faces inférieures du dodécaèdre, à travers toute l'épaisseur du cristal. Cette pureté des grenats est d'autant plus singulière que cette espèce est d'ordinaire chargée d'inclusions dans les schistes métamorphiques, comme nous en donnerons d'ailleurs de nouveaux exemples dans les amphi

bolites à glaucophane de l'île.

Dans la lumière polarisée, ces petits grenats des micaschistes à chloritoïde, donnent lieu à une apparence trompeuse ; ils sont si transparents, et parfois de si petite taille, qu'ils ressemblent complètement alors à des cristaux négatifs, aux cavités dihexaédriques à section hexagonale, qu'on observe parfois dans le quarz. Il suffit naturellement de dépolariser pour détruire cette illusion.

Ces grenats des micaschistes quoique si frais, sont de formation très ancienne, car ils ne sont pas seulement inclus dans le quarz, mais aussi dans les autres minéraux importants de la roche, mica et chloritoïde. Ils sont alignés en files continues suivant l'allongement des lamelles du muscovite, et sont quelquefois si nombreux dans certaines lamelles de chloritoïde qu'ils constituent certes la plus grande partie de leur volume. Leur abondance devient quelquefois telle en certains points des micaschistes, qu'ils forment à eux seuls des lentilles de plusieurs décimètres cubes, et par conséquent des *grenatites*.

On en observe par exemple dans la falaise du Centre et à Locmaria : ce sont des masses rougeâtres ou brunes de formes irrégulières, grenues, d'apparence amorphe. Au microscope, on reconnaît que cette masse amorphe se résout en une infinité de très petits cristaux dodécaédriques de grenat almandin, rose, intimement agglomérés, serrés, soudés, les uns contre les autres. Ces cristaux constituants ne sont pas tous de la même grosseur ; les uns plus gros et les autres plus petits, sont disposés en lits alternants, qui donnent à ces grenatites une apparence de stratification. Les grains de certains lits sont si petits qu'on peut à peine les résoudre en leurs parties élémentaires ; les plus gros cristaux ne dépassent pas 0,1 mm et tapissent habituellement des géodes lenticulaires allongées, postérieurement remplies de quarz.

C'est dans les parties finement grenues, à peine résolubles, et privées de quarz, que la roche est le plus homogène et le plus compacte ; elle s'est alors comportée d'une façon toute spéciale devant les pressions orogénétiques. Les petits grenats intimement soudés n'ont pu ici ni glisser les uns sur les autres, ni se déformer, mais ils se sont feuilletés ; de longues fissures parallèles entre elles et à la schistosité, traversent indistinctement les différents individus cristallins. Les contours de ces grenats tendent à s'effacer, tandis que ces fissures sont souvent soulignées pas le dépôt postérieur d'un enduit ferrugineux noirâtre.

On peut résumer d'une façon générale, comme suit, la composition minéralogique des *schistes à chloritoïde* de l'île de Groix :

I. Graphite, rutile, grenat,
II. *a.* Chloritoïde, orthose, épidote,
b. Biotite, mica blanc, quarz,
III. Chlorite, limonite.

§ *B.*

DES AMPHIBOLITES A GLAUCOPHANE.

En divers points des falaises de Groix affleurent des couches différentes de celles qui précèdent, et régulièrement interstratifiées dans la masse de ces schistes et micaschistes à chloritoïde. Ces couches forment des faisceaux d'épaisseur variable de 30 à 50 m., de teintes verdâtres, variées, et que nous avons désignées sous le nom d'*amphibolites à glaucophane*, sur la feuille géologique de Lorient (N° 88) (1).

(1) Rapport annuel adressé par nous, à M. le Directeur de la carte géologique de France, en Février 1883 ; et Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 1883.

Ces amphibolites à glaucophane méritent une mention spéciale, étant très distinctes par leur composition minéralogique des amphibolites vraies à hornblende et plagioclase, de la région continentale voisine. C'est dans les falaises basses du S. E. de Groix que leur étude est la plus commode, notamment dans la baie de Locmaria; on les observe encore dans les falaises escarpées de la Pointe-d'Enfer, ainsi qu'à la Pointe-des-Chats, à la Croix, ainsi que sous Loqueltas, Le Spernec, Le Grippe Port-Lay. On reconnaît positivement que ces amphibolites ont été plissées et laminées en même temps que les autres couches de l'ile; les plissements et les cassures qui ont affecté ces couches sont tels, qu'il m'a été impossible de reconnaître s'il y a plusieurs niveaux distincts, ou si un même niveau est répété par les innombrables accidents qui ont bouleversé ces couches?

Ces amphibolites sont remarquables dans la falaise, par leur aspect stratoïde; des lits jaune, vert, bleu, rouge, de 0,001 à 0, 10 et plus, alternant sans cesse entre eux, rappelant d'une façon très frappante, la structure dite torrentielle ou entrecroisée des dépôts fluviatiles, signalée récemment aussi dans les Hornblendic-schists du Lizzard par M. Bonney (1), qui en donne une interprétation différente de la nôtre. Les strates jaune-verdâtre sont formées presque entièrement d'épidote, et fournissent donc des échantillons de roches qui pourraient porter le nom d'*Epidosites* (Pilla, 1845). Les strates bleu, bleu-verdâtre, sont formées presque entièrement de glaucophane (*glaucophanites de Luedecke*); les strates rougeâtres sont si chargées de grenats, qu'elles forment par places des *grenatites*. Ordinairement, un même bloc présente plusieurs des espèces précédentes, auxquelles viennent se joindre, en plus ou moins grande quantité :

---

(1) *Rev. T. G. Bonney* : On the Hornblendic schists of the Lizzard district, Q. J. G. S., Londres, 1883, p. 1.

rutile, sphène, fer oxydulé, mica blanc, quarz, chlorite. La roche rappelle alors surtout les éklogites auxquelles on devra peut-être la rapporter, bien que je n'aie pu y reconnaître avec certitude l'omphazite.

Ces éklogites forment des faisceaux d'épaisseur peu constante, alternant parfois en couches minces avec des schistes à chloritoïde, et plus souvent avec des chloritoschistes feldspathiques, ou des schistes à muscovite feldspathiques (Sericit-gneiss). Ces strates de composition si variable, ont été plissées, brisées, dérangées ensemble ; elles restent toujours concordantes entre elles, ainsi qu'aux éléments minéralogiques disposés suivant les feuillets. Tous les minéraux de ces couches étaient déjà formés quand le dernier ridement de la région se produisit ; il est probable que la schistosité correspond à la stratification primitive, disparue.

La concordance des diverses strates schisteuses composant l'île de Groix est absolue dans son ensemble ; on ne peut regarder ici comme des discordances, ni comme des stratifications entrecroisées, l'obliquité fréquente des traînées minérales les unes par rapport aux autres. On reconnaît en effet, en examinant un front de falaise avec un soin suffisant, que ces traînées minérales en traversent parfois d'autres, ce qui ne saurait exister dans le cas d'une sédimentation. Les lits bleus, continus, de glaucophane, sont habituellement beaucoup plus plissés que les lits jaunâtres d'épidote, qui les disloquent parfois, et ont une tendance générale à prendre une disposition lenticulaire, en chapelets discontinus. Le quarz forme aussi des veines discontinues, interstratifiées, dont la disposition lenticulaire, en chapelet, est encore plus frappante dans la falaise, que celle de l'épidote. Les gros grains de grenat présentent à l'œil une disposition inverse ; au lieu d'être enveloppés par des aiguilles d'épidote, de glaucophane, de mica, à la façon des glandules feldspathiques

des gneiss granulitiques, les feuillets parallèles formés par ces minéraux viennent buter fréquemment autour du grenat.

A. *Minéraux constituants* : Les minéraux constituants des *amphibolites à glaucophane* présentent plusieurs particularités dignes de fixer l'attention, nous allons les examiner successivement :

Glaucophane : La glaucophane est l'élément essentiel des éklogites de Groix, sous forme de batonnets prismatiques, minces, allongés, droits ou courbes, de 0,02^m à 0,003 de long. sur 0,003 à 0,001 de large; ils deviennent parfois si petits qu'on ne distingue plus leur forme à l'œil, et que les faisceaux de ces aiguilles bleuâtres donnent naissance à une roche phylladeuse, rappelant l'aspect d'un tissu de satin indigo.

Au microscope la glaucophane se remarque de suite dans les préparations, par sa belle teinte bleue, bleu-gris et bleu-lavande dans la lumière ordinaire; on n'a guère lieu d'hésiter qu'entre cette espèce et le disthène. L'angle de 124° que m'ont donné plusieurs cristaux taillés suivant la base, suffit pour les distinguer du disthène ou cet angle est de 106°15' et pour les rapporter au groupe des amphiboles. Elle présente des teintes moyennes de polarisation chromatique; $\alpha - \gamma = 0{,}019$ d'après une mesure prise par M. Michel-Lévy (1) suivant les procédés qu'il a récemment décrits. Les cristaux allongés suivant $h^1 g^1$ s'éteignent en long, suivant les traces des clivages pour un grand nombre de sections voisines de h^1, elles s'éteignent à environ 4° de l'arête de zone pour les sections voisines de la face g^1. Les sections de la zone ph^1 ont des formes rhombiques, et s'éteignent suivant les diagonales de ces losanges. Les faces du prisme m sont très développées dans ces cristaux, g^1 est très réduit, h^1 manque

(1) Michel-Lévy : Mesure du pouvoir réfringent des minéraux en plaque mince, Bull. soc. miner. de France, 1883, p. 143.

presque constamment; ils ne présentent pas de terminaison régulière qu'on puisse rapporter avec certitude à des faces déterminées (p, $b\frac{1}{2}$?); mais se résolvent habituellement à leur extrémité en petits prismes parallèles dont le nombre va en décroissant. Les cristaux sont généralement simples, j'ai cependant reconnu un certain nombre de macles suivant h^1 ; les sections de la zone $g^1 h^1$ s'éteignent alors symétriquement par rapport à la ligne de macle, en comprenant un angle variable entre 8° et 0°. Dans la lumière convergente, on constate que le plan des axes optiques de ces cristaux est transversal, et se confond avec la section droite du prisme; l'angle de ces axes est petit, $2V = 30°$ environ. On reconnaît à l'aide du mica 1/4 d'onde que la bissectrice aiguë est négative. Ces cristaux sont très polychroïques, montrant les couleurs suivantes :

Suivant α (1) . . jaune-pâle-verdâtre,
Suivant β. . . . violet bleuâtre,
Suivant γ. . . . bleu-lavande,

Le *rutile* est la seule inclusion que j'aie reconnu avec certitude dans la glaucophane, bien que cette espèce soit extrêmement abondante à Groix. Elle est disposée dans la roche en gerbes élégantes rappelant celles de l'actinote, en faisceaux stratoïdes, en traînées parallèles ou en réseau stratiforme qui a dû constituer une étoffe continue, déchirée par actions postérieures. Ces traînées comme les cristaux eux-mêmes ont été brisées par les pressions subies par la roche, puis ressoudées sur place par des minéraux secondaires.

Ce minéral a d'abord été signalé en France par M. Bréon (2) dans le sable même des grèves de Groix, puis par M. Michel-

(1) Dans ce mémoire, nous appelons toujours α l'axe de plus grande élasticité, correspondant au plus petit indice de réfraction.

(2) *Bréon* : Bull. soc. minér. de France, T. III, 1880, p. 55.

Lévy ([1]) dans le Valais, il est connu depuis longtemps à Syra où il a été étudié par MM. Luedecke ([2]) Fouqué et Michel-Levy ([3]), Rosenbusch ([4]); M. Bodewig ([5]) l'a signalé à Zermatt et M. Becke ([6]) dans le Piémont. Des amphiboles bleu-noirâtre, des éklogites types de Bavière, rapportées par M. Sandberger ([7]) et les auteurs, à la carinthine de Werner, ne peuvent se distinguer au microscope de cette glaucophane.

La glaucophane est accompagnée à Groix d'une amphibole vert foncé (smaragdite), à laquelle elle paraît donner naissance par épigénie.

Épidote : Les cristaux rapportés à l'épidote sont très abondants ; ce sont des prismes de 3 à 5mm., gris-jaunâtre à vert-pomme, alignés parallèlement, et contribuant ainsi avec

---

(1) *Michel-Lévy* : Descript. géol. du canton de Genève, par M. Favre, Genève, 1880. p. 264.

Je dois à M. Michel-Lévy communication des documents inédits suivants, sur les caractères optiques de la glaucophane du bois de Versoix (Valais) : L'axe d'élasticité moyenne est situé dans g^1 ; il se confond à 8° près avec l'arête h^1g^1 ; il est probable qu'il est compris dans l'angle obtus ph^1. Le plan des axes optiques est donc transversal et se confond sensiblement avec la section droite du prisme. La bissectrice est négative et perpendiculaire à h^1.

$2V = 35°$ à $40°$.

$\alpha - \gamma = 0{,}0206$ biréfringence maxima.

$\beta - \gamma = 0{,}003$ biréfringence de la section perpendiculaire à la bisectrice aiguë.

Suivant α . . . . blanc (en plaque de 0mm,0211).

Suivant β . . . bleu violacé.

Suivant γ . . . bleu azur.

(2) *Luedecke* : Zeits. d. deuts. geol. Ges., Bd. XXVIII, 1876, p. 248.

(3) *Fouqué et Michel-Lévy* : Minér. microg., Paris 1879, Pl. 1,

(4) *Rosenbusch* : Mikrosk. Physiog. d. w. Miner., Stuttgart, 1873, p. 342.

(5) *C. Bodewig* : Ueber d. Glaucophan v. Zermatt, Poggend. Annal. 1876, T. CLVIII, p. 224,

(6) *Becke* : Lehrb d. Miner. v. Tschermak, Vienne, 1884, p. 445.

(7) *Sandberger* : Zircon im Fichtelgeb., Neues Jahrb. f. Miner. 1867.

la glaucophane à donner à la roche sa structure feuilletée. Au microscope, ces cristaux présentent une forme prismatique, allongée suivant ph^1, nettement limités sur les côtés, mais sans sommets distincts ; ils paraissent brisés ou irrégulièrement arrondis à leur extrémité. Les sections transparentes ont une rugosité et un relief caractéristiques de minéraux durs, biréfringents ; $\alpha-\gamma$ est entre 0,055 et 0,060 d'après une mesure de M. Michel-Lévy. Le plus grand nombre des cristaux de nos préparations (ph^1) s'éteignent parallèlement à leur allongement ; sous les nicols ils donnent des couleurs de polarisation très vives, limpides, dans les teintes jaunes et oranges. Ces sections allongées présentent parfois des stries fines parallèles qui sont les traces du clivage facile suivant p ; mais il y a un autre clivage suivant lequel se fait aussi l'extinction, il est plus général, parallèle à g^1, et représenté par des fentes transverses, fortes, régulières, traversant le cristal de part en part, et attirant de suite l'œil, qu'il aide ainsi à distinguer cette espèce de toutes les autres dans la préparation. Les sections allongées montrent en outre souvent dans la lumière polarisée 2 ou 3 lamelles hémitropes colorées différemment, et qui sont des macles autour d'un axe normal à h^1. Les sections suivant g^1 s'éteignent à 27° par rapport à p.

Au microscope, dans la lumière convergente, on constate que le minéral est à 2 axes, et que le plan des axes optiques est normal à l'allongement ; la lame de mica 1/4 d'onde permet de reconnaitre que le minéral est négatif. Il est très peu polychroïque, montrant les couleurs suivantes :

Suivant α .... blanc.
Suivant β .... blanc à peine jaune.
Suivant γ .... jaune pâle.

Cette épidote contient peu d'inclusions ; quelques petites inclusions solides prismatiques, et des inclusions liquides sans libelle.

On doit se demander quelles sont les relations de cette épidote avec la zoïsite? L'éklogite, comme l'a rappelé M. Riess (1), est le gisement classique de la zoïsite; c'est l'éklogite de la Sau-Alpe (type de Haüy), qui a fourni à Klaproth les éléments de son analyse chimique de la zoïsite ainsi qu'à Karsten les échantillons qu'il décrivit et appela du nom du Baron von Zois. Haüy avait distingué la zoïsite comme élément accessoire de l'éklogite sous le nom d'*épidote blanc-vitreux*, et en effet il est rare à Groix de trouver des cristaux ayant la couleur vert-pistache de l'épidote de l'Oisans. De plus, ces cristaux de Groix ressemblent bien en lames minces, à la zoïsite des éklogites, décrite par MM. von Drasche, Luedecke et Riess, par ses sections prismatiques allongées, transparentes, s'éteignant en long, fragmentées transversalement. Ils s'en distinguent toutefois en lumière convergente, puisque le plan des axes optiques est ordinairement parallèle à g^1, dans les prismes verticaux de zoïsite, et que la bissectrice est positive; l'extinction dans g^1 et enfin la biréfringence sont celles de l'epidote et non de la zoïsite (2). La plupart des épidotes sont très peu polychroïques en plaques minces, la zoïsite est au contraire polychroïque.

Nous devons toutefois reconnaître que cette épidote de Groix est en cristaux plus grands, mieux développés, plus transparents, et différents de ceux qu'on voit habituellement dans les roches; ils sont souvent serrés les uns contre les autres en faisceaux. mais n'épigénisent aucun élément ancien reconnaissable, et ne m'ont pas présenté le groupement en éventail, si ordinaire à l'épidote des roches massives.

Grenat. — Le grenat est très abondant en cristaux brun-

(1) *Riess*: Min. Mittheil. v. Tschermak. I, 1878, p. 199.

(2) D'après M. Michel-Lévy la birefringence de la zoïsite est de 0,0057 (Tyrol, Tennessee), tandis que celle de l'épidote est de 0,0560, c'est-à-dire dix fois plus forte.

rouge, nettement terminés, dont le diamètre varie le plus souvent de 0,0005 à 0,01; malgré son abondance à Groix, je n'y ai pas reconnu d'autres faces que celles du Rhombododécaèdre.

En lames minces, ils présentent une teinte rouge-jaunâtre, une surface chagrinée caractéristique, et sont isotropes. Ils sont généralement très pauvres en inclusions ; seuls ceux de Locmaria m'ont montré des inclusions de rutile, disposées en zônes concentriques. Parfois ils contiennent des gouttes de quarz (quarz de corrosion). La plupart des préparations que j'ai faites m'ont présenté ce même fait général, que tous les grenats de la plage examinée étaient traversés par des joints rectilignes parallèles entre eux. Ces joints ne sont nullement les clivages du grenat, ce clivage étant incompatible avec le système, et ces joints étant de plus parallèles entre eux dans les divers échantillons.

Je crois avec M. Renard qui a le premier signalé un fait analogue dans les roches grenatifères de Bastogne, qu'on doit expliquer ces joints par les actions mécaniques dont on trouve partout les marques puissantes dans les falaises de Groix. Les Grenats enchassés dans la roche solide auront subi avec elle l'influence de la pression, et se seront fendus suivant des joints parallèles.

Ces grenats fournissent encore une autre preuve des pressions inégales auxquelles ils ont été soumis dans les roches: ils ont traîné dans la roche postérieurement à sa solidification, et le sillon qu'ils ont ainsi laissé a été rempli postérieurement par des prismes enchevêtrés de quarz, passant au quarz de corrosion déjà signalé dans certains grenats, et identiques aux revêtements quarzeux également signalés par M. Renard (1) autour des cristaux de magnétite formant les nœuds des phyllades de Rimogne, et par

(1) *A Renard* : Bull. Musée royal d'hist. naturelle de Belgique, T. II, 1883, pl. VI.

M. Luedecke (1) autour des cristaux de grenat de Syra.

Un certain nombre de grenats ont été brisés dans la roche par ces actions mécaniques, on remarque alors que ce n'est pas dans la direction où se faisait le feuilletage que les fragments de grenat ont chevauché les uns sur les autres ; ils se sont déplacés dans une direction sensiblement normale à celle-ci, suivant des clivages irréguliers du minéral. Ces débris ont été recimentés par l'épidote et la glaucophane.

Ces grenats généralement bien conservés montrent quelquefois d'intéressants phénomènes d'altération ; ils sont alors entourés d'une couronne de limonite, ou se transforment plus ou moins complètement en chlorite, suivant le mode décrit par M. Niedzwiedski (2).

Mica blanc : Il se présente en lamelles tabulaires, plissées, d'un éclat nacré, brillant, passant du blanc pur au vert d'eau, et disposées en petites écailles les unes à côté des autres, en lits parallèles. Il contribue à donner à la roche sa structure schisteuse ; comme de plus le clivage de cette roche se fait toujours suivant les plans où prédomine le mica, il voile souvent les autres éléments, et paraît plus abondant qu'il n'est en réalité.

Au microscope, il se présente surtout en petites lamelles allongées, sans contours réguliers ; mais présentant de fines stries de clivages, et bien transparentes en lumière naturelle. Ces lamelles rectangulaires sont taillées normalement au pinacoïde de base ; elles montrent que les lamelles qui forment la même pile de mica, sont tantôt parallèles ou au contraire s'éloignent ou se rapprochent par places : elles sont parfois maclées avec des paillettes vertes parallèles ou avec des paillettes rouges d'hématite. Aux forts grossissements, il paraît formé de petits prismes subparal-

(1) *Luedecke* : Zeits. d. deuts. geol. Ges., Bd. XXVIII, 1876, p. 275.
(2) *Niedzwiedzki* : Umwandlung v. Granat in Chlorit, Tschermak's min. Mittheil., 1872, III, p. 162.

lèles ou fasciculés. Ces sections sont dépourvues de dichroïsme; dans la lumière polarisée, elles se parent de couleurs vives et irisées qui tiennent à sa grande biréfringence, et elles s'éteignent suivant leurs clivages sous les nicols.

Les lamelles de clivage sont transparentes et incolores, à teintes de polarisation peu vives. Elles montrent bien les deux axes optiques très écartés, et $\rho > \nu$. La forme de ces sections est irrégulière, étirée sans doute par les mouvements de la roche ; je n'ai pas trouvé de belle lamelle polygonale, rhombique ou hexagonale, permettant de voir les formes dominantes. Ces lamelles du reste sont souvent empilées et réunies en membranes continues, qui obscurcissent encore leur forme cristalline propre.

Quarz : Le quarz est en gros grains transparents à contours irréguliers, arrondis ou parfois même hexagonaux. Ils rappellent par leurs caractères les quarz des micaschistes. Parfois ils contiennent des inclusions solides, poussières très ténues alignées, ou des inclusions liquides à bulle mobile. Ces inclusions liquides, disposées en files, sont nombreuses dans nos préparations de Loqueltas.

Ces grains de quarz sont nettement alignés en traînées parallèles, en filonnets secondaires qui traversent tous les autres éléments auxquels ils sont par conséquent postérieurs. Ils remplissent les fissures, les cavités, formées dans la roche par les mouvements du sol, et les décompositions.

Sphène : Il se présente rarement en sections régulières rhombiques ou hexagonales, mais en galets fusiformes, jaunâtres, très biréfringents. Ils sont dichroïques, mais à peine colorés sous les nicols croisés. Le sphène a déjà été signalé dans les éklogites par M. Sandberger [1] et par M. Riess [2] ;

---

(1) *F. Sandberger* : Neues Jahrbuch f. Miner. 1872, p. 302.

(2) *E. R. Riess* : Tschermak's min. Mittheil. Bd. I. 1878, p. 207.

il en est de même du *fer titané* qui se trouve aussi à Groix dans ces roches.

Fer oxydulé : Minéral si abondant en certains points, qu'il forme à lui seul le sable de certaines grèves (notamment à l'ouest de la Pointe de la Croix) ; il est connu des habitants sous le nom de *sable d'acier*. Le gisement de ce fer oxydulé est également dans les *amphibolites à glaucophane*, mais il y est réparti fort irrégulièrement ; manquant à peu près dans certains cas, il forme à lui seul ailleurs, des veinules de quelques millimètres, entre les veinules déjà signalées de glaucophane ou d'épidote.

Il est fréquemment sous forme d'octaèdre, mais aussi à l'état de paillettes, de grains irréguliers, à contours subanguleux ou arrondis. Il est opaque au microscope, et a un reflet bleu noirâtre métallique, caractéristique. Des lamelles rouges et transparentes de gœthite, dérivent sans doute de sa transformation.

Rutile : Le rutile est abondant dans la roche en très petits cristaux, à l'état d'inclusions dans les autres minéraux : c'est dans la glaucophane et surtout dans le quarz qu'il est facile de l'étudier. Il présente des grains irréguliers, mamelonnés, de couleur brun-rouge, ou des formes cristallines plus petites, jaune-brunâtre, prismatiques, terminées tantôt par les faces de la pyramide ou par le pinakoïde. Ils présentent souvent les macles cordiformes et les macles géniculées du rutile, célèbres, et si souvent étudiées depuis que Hagge (1) les reconnut dans les gabbro.

Ces petits prismes s'éteignent en long sous les nicols croisés, ils ne présentent pas de polarisation chromatique vive. Ils ne sont pas dichroïques. Dans la lumière convergente, quelques-uns m'ont montré un axe optique unique. La bissectrice aigüe est positive.

---

(1) *Hagge* : Untersuch. üb. Gabbro. Kiel, 1871.

Je les rapporte au rutile plutôt qu'au zircon à cause de leur biréfringence plus forte, et de leurs macles si caractéristiques; je suis en cela l'exemple de M. Luedecke (1) et de M. von Mohl (2) qui rapportent aussi au rutile de petits minéraux quadratiques, identiques, des éklogites de Syra et de Norwège. Je crois toutefois qu'un certain nombre de petits prismes sont réellement du zircon ; car ils ne présentent pas les macles précitées suivant b^1 $b^1/_3$, du rutile et ont une différence de biréfringence importante. Il y a lieu en outre d'en rattacher une partie au zircon, parce que M. de Limur a reconnu le zircon dans le sable des grèves de Groix, et parce que les analyses chimiques de MM. Sandberger (3), von Gerichten (4), ont reconnu la présence de la zircone dans les éklogites.

Chlorite à l'état de minéral de formation secondaire, épigénisant l'amphibole en agrégats irréguliers.

Composition de la roche : Tous ces minéraux constituants sont allongés et alignés dans une direction unique, ils déterminent par cette disposition la structure schisteuse de la roche. Les minéraux de même espèce, ont une tendance à se grouper en veinules ou feuillets, parallèles entre eux à première vue, qui donnent à la roche les apparences de fausse stratification sur lesquelles nous avons déjà insisté ; on reconnaît au microscope dans les lames minces, que ces veinules de glaucophane, d'épidote, de quarz, sont généralement subparallèles et que les grenats sont irrégulièrement alignés suivant ces différentes traînées. On reconnait aisé-

(1) *Luedecke* : l. c., p. 275.

(2) *Von Mohl* : Nyt. Magazin for Naturvidenskaberne. Christiania, 1877.

(3) *Sandberger* : Würzburger Naturwissenschaftliche Zeits. VI, 1867, p. 118-130.

(4) *Von Gerichten* : Annal. der Chemie u. Pharm. 1874, p. 171-183.

ment au microscope, sur un nombre suffisant de préparations, que les veinules de glaucophane sont coupées obliquement par celles d'épidote, et que celles-ci à leur tour sont traversées par les veinules de quarz. Cette observation donne des indications précieuses sur l'ordre de cristallisation des minéraux constituants.

On peut ainsi exprimer comme suit, la composition moyenne des amphibolites à glaucophane de l'Ile de Groix, selon la méthode de MM. Fouqué et Michel Lévy :

I. Rutile, sphène, fer oxydulé, grenat,
II. *a*. Glaucophane, épidote,
b. Mica blanc, quarz,
III. Amphibole, chlorite secondaires.

2. *De la position systématique des amphibolites à glaucophane.*

D'après la grande loi systématique de la subordination des caractères, l'existence dans cette roche schisto-cristalline d'éléments blancs (quarz, muscovite), et d'éléments ferromagnésiens (amphibole), nous montre que sa place est auprès des micaschistes ou des amphibolites. La prépondérance des minéraux basiques, l'état nettement secondaire du quarz, peu abondant d'ailleurs, nous a décidé en faveur d'un rapprochement avec les amphibolites.

Ces amphibolites de Groix sont toutefois bien distinctes des amphibolites ordinaires, à hornblende habituellement associée au quarz et au plagioclase. Aussi n'est-ce pas parmi les amphibolites des auteurs que nous trouverons leurs plus proches alliées, mais bien parmi les éklogites.

Le nom d'éklogite fut créé par Haüy (1) pour des roches cristallines de la Sau-Alpe et du Steiermark, formées de diallage vert et de grenat rouge « parce que les composants

(1) *Haüy*: Traité de minéralogie, 1822, Paris, t. IV, p 548.

de cette roche n'étant pas de ceux qui existent plusieurs ensemble dans les roches primitives, tels que le feldspath, le mica, etc., semblent être choisis pour faire bande à part (ἐκλόγη, choix). »

M. von Hochstetter [1] comprit en 1855, sous ce nom d'éklogite, toutes les roches riches en grenat, à hornblende ou smaragdite, même quand elles n'étaient pas d'un aussi beau vert que les variétés du Fichtelgebirge et de la Sau-Alpe. Il fit, par conséquent rentrer dans ce groupe de simples amphibolites grenatifères.

Cordier [2] définit l'éklogite une roche phanérogène composée essentiellement de diallage et de grenat; le diallage comprenant pour Cordier la variété verte nommée smaragdite. Il cite comme parties accidentelles : quarz, disthène, talc, mica, pyroxène, amphibole, épidote, zoïsite, feldspath, fer oxydulé, fer chromé, pyrite, oxyde rouge de titane. L'éklogite d'après lui, forme des amas ou de petites couches de peu d'étendue et assez rares dans les terrains primitifs stratifiés : les localités citées sont la Sau-Alpe en Styrie, l'île de Syra, le Piémont, les environs de Savenay et de Nantes. Nous pensons que Cordier eût appelé *éklogite* la roche de Groix, d'abord à cause de son identité avec celles de Syra, puis à cause de ses relations stratigraphiques avec celles de la Loire-Inférieure, qu'il cite l'une et l'autre comme ses types.

M. R. von Drasche [3] dans son *Étude sur la composition minéralogique de l'éklogite*, donne ce nom aux roches composées de grenat et d'amphibole ou smaragdite; l'omphazite étant pour lui un pyroxène vert d'herbe, et la smaragdite

(1) *von Hochstetter* : Geogn. Studien aus dem Bohmerwald, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1855, Bd. VI, p. 776.

(2) *Cordier* et *d'Orbigny* : Description des roches, Paris, Savy, 1868, p. 158.

(3) *R. von Drasche* ; Miner. Mittheil. v. Tschermak, 1871, t. II, p. 85.

une variété d'amphibole de même teinte. Il distingue les éklogites à omphazite, des éklogites à smaragdite, mais reconnaît entre elles tous les passages. Il rapporte aux éklogites à omphazite : les éklogites de la Sau-Alpe, du Fichtelgebirge, etc., interstratifiées dans les terrains de gneiss, et aux éklogites à smaragdite, celles de Fattigau, Heiligenblut, Greifenberg, etc.

L'éklogite de Syra découverte par M. Virlet (1), a été l'objet d'un travail spécial de M. O. Luedecke (2), qui y distingue comme minéraux essentiels, grenat, glaucophane, omphazite, et propose de la désigner sous le nom général d'*éklogite à glaucophane*. Il en sépare toutefois un grand nombre de variétés, qu'il désigne par des noms particuliers. La plupart de ces variétés se trouvent à Groix ; aussi son mémoire est-il plus intéressant pour les géologues bretons, que le travail plus spécial publié par M. von Gerichten (3) sur la composition chimique des éklogites de la Haute-Franconie.

Rappelons ici qu'une excellente figure de la roche à glaucophane de Syra a été donnée par MM. Fouqué et Michel Lévy dans leur Minéralogie micrographique (pl. 1) ; elle donne une bonne idée des roches de Groix. — M. Rosenbusch (4) rattache aux éklogites les roches de Syra.

Un travail d'ensemble sur les éklogites a été publié récemment par M. E. R. Riess (5) ; ces roches seraient partout en Allemagne interstratifiées dans la série archéenne, dont elles constitueraient un membre indépendant, passant parfois aux couches encaissantes par des amphibolites grenatifères. Les

(1) *Virlet* : Expédit. scient. en Morée, t. II p. 66-67.

(2) *O. Luedecke* : Der Glaucophan u. d. glauc. führende Gesteine d. Insel Syra, Zeits. d. deuts. geol. Ges., Bd. XXVIII, 1876, p. 248.

(3) *von Gerichten* : Annal. d Chemie u. Pharmacie, 1874, p. 171-183.

(4) *Rosenbusch* Mik. Physiog. d. Gesteine, Stuttgart, 1873, p. 342.

(5) *Dr E. R. Riess* : Unters über d. Zusammensetzung d. Eklogits Miner. Mittheil. v. Tschermak, t. I, 1878, p. 165.

éklogites sont pour lui des roches sans feldspath, à omphazite et grenat, et ayant comme éléments subordonnés essentiels, hornblende, quarz, disthène, zoïsite, mica. Elles sont souvent en relation de gisement en Bavière et en Saxe, avec des amphibolites grenatifères, qui leur sont subordonnées, et qui contiennent parfois comme éléments accidentels, feldspath, omphazite, olivine. Ces *amphibolites grenatifères* présentent de très grandes variations de composition, et bien qu'elles passent souvent aux éklogites par des éklogites à amphibole, ou par des amphibolites éklogitoïdes, M. Riess les sépare des éklogites pour les rapporter aux amphibolites. Le nom d'éklogite est ainsi limité au groupe des éklogites à omphazite de M. R. von Drasche ; le groupe des éklogites à smaragdite de cet auteur est démembré, et les termes en sont répartis parmi les amphibolites grenatifères, et les granulites à diallage de M. Dathe (1).

Il n'y a pas lieu de comparer les roches schisto-cristallines de Groix avec les belles roches désignées sous le nom d'éklogites en Norwège, qui sont éruptives d'après MM. Tellef Dahll (2) et von Mohl.

On devra reconnaître d'après ce qui précède que les roches de Groix à glaucophane appartiennent au groupe de roches décrites dans l'Europe centrale sous le nom d'éklogite par la plupart des auteurs. Elles ont même composition minéralogique, même structure, même gisement interstratifié dans les couches du terrain primitif. Si on adopte toutefois les conclusions de M. Riess, auteur du travail le plus récent sur le sujet, il faut séparer nos roches des *éklogites*, pour les

(1) *E. Dathe :* Olivinfels, Serpentin u. Eklogite des Saechs. Granulitgebirges; Neues Jahrb., 1876, p. 238, 345; et Die Diallag-Granulit des Saechs. Granulit-Gebirges, Zeits, d. deuts. geol, Ges., 1877, p. 274

(2) *Tellef Dahll* : Jernforekomsten ved Sordal, Tillaeg, II zu Irgens u. Hjordahl, om de geologiske Forhold, etc.

rattacher à ses *amphibolites grenatifères*. Il est facile en effet, de distinguer les *amphibolites grenatifères* de Groix, des *éklogites* typiques de Haüy, plus massives, moins schisteuses, essentiellement formées d'omphazite et de grenat.

3. *Variétés des éklogites à glaucophane.*

Les roches de Groix à rutile, sphène, fer oxydulé, grenat, glaucophane, épidote, zoïsite, mica blanc, quarz, amphibole, chlorite, sont de tous points comparables aux *éklogites à glaucophane* de l'île de Syra, dont elles ne se distinguent guère que par l'absence du pyroxène ; on pourrait de même y distinguer de nombreuses variétés. M. Luedecke (¹) a ainsi distingué douze variétés parmi ces roches à glaucophane de Syra ; il les désigne par les noms suivants :

1. Micaschiste,
2. Schiste quarziteux,
3. Schiste paragonitique,
4. Eklogite à glaucophane,
5. Micaschiste éklogitique,
6. Roche paragonitique à omphazite,
7. Schiste à glaucophane,
8. Roche épidotique à glaucophane,
9. Gabbro à zoïsite et omphazite,
10. Roche omphazitique à zoïsite et glaucophane,
11. Roche chloritique à smaragdite,
12. Roche chloritique à hornblende,

Toutes ces variétés, à l'exception de deux, se retrouvent facilement à Groix ; mais on reconnaît à l'inspection de la première falaise venue, qu'elles n'ont aucune valeur au point de vue géologique. Elles passent les unes aux autres, et alternent entre elles à l'infini.

Les variétés 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, de M. Luedecke ont même structure et contiennent les mêmes éléments ;

(1) *Luedecke* : Zeits. d. deutschen geol. Ges., Bd. XXVIII, 1876, p. 268-291.

elles ne se distinguent les unes des autres que par les proportions relatives de ces éléments, et leur degré d'altération. On pourrait même d'après des échantillons isolés distinguer des variétés plus tranchées, telles que glaucophanites, épidosites, grenatites, micaschistes à muscovite.

Les variétés qui me paraissent les plus répandues et les plus constantes sont au nombre de deux :

a Les **amphibolites à glaucophane**, roches de couleur verte ou jaune, formées essentiellement de glaucophane et d'épidote en lits alternants, avec lits subordonnés de quarz et mica blanc.

b. Les **amphibolites grenatifères à glaucophane**, roches de couleur rouge ou bleu-violacé; formées esssentiellement de grenat et de glaucophane ; et où les autres minéraux ne sont que subordonnés. On peut faire deux subdivisions parmi ces éklogites suivant la grosseur de leur grain : les éklogites à gros grains nous ont servi de types pour notre description; celles à grains fins ressemblent macroscopiquement à des phyllades grenatiques. Tous les éléments de ces dernières, à l'exception du grenat, s'abaissent à de si petites dimensions, que même au microscope, ils rappellent l'aspect des schistes; la transformation très avancée dans ce cas, de la glaucophane en chlorite, tend encore à souligner la pâte phylladeuse.

Les deux roches de M. Luedecke que nous ne connaissons pas à Groix, sont les schistes paragonitiques (n° 3), et les gabbro à zoïsite et omphazite (n° 9). Les schistes paragonitiques à paragonite, disthène, staurotide, dichroïte, biotite, qui forment à Syra une couche interstratifiée aux précédentes, d'après M. Fouqué, qui les a découverts (1), me sont inconnus à Groix. Ils ressemblent beaucoup plus aux schistes paragonitiques d'Airolo décrits par M. von Lasaulx (2), qu'aux

(1) *Fouqué* in *Luedecke* : l. c., p. 266.
(2) *Von Lasaulx* : Neues Jahrb. 1872, p. 863.

couches de Groix, que j'ai observées. Peut-être toutefois ces schistes ont-ils échappé à mes recherches, et existent-ils réellement à Groix comme à Syra? c'est du moins ce que peut faire supposer la présence de la staurotide et du disthène signalés dans les sables de Groix, et que je n'ai pas retrouvés.

Le gabbro de M. Luedecke se distingue moins de ses éklogites, que la roche précédente ; il présente toutefois une structure grenue, massive, qui lui est propre. Il est caractérisé en outre par l'abondance de la tourmaline, de la calcite, du talc et de la chlorite ; il se rapproche par là des filons qui contiennent à Groix, avec orthose, albite et tourmaline, tous les autres minéraux de la roche encaissante, en beaux cristaux.

§ *C.*

SCHISTES A MUSCOVITE, FELDSPATHIQUES.

a. — Je désigne sous ce nom des roches feuilletées, à surfaces ondulées, riches en lamelles de mica blanc, à contours plus ou moins nets et montrant au moins sur leurs tranches sinon sur leurs faces, des grains de quarz, et des grains plus gros, transparents, clivés, de feldspath. Au point de vue lithologique strict, ce sont des gneiss ; mais ces roches sont si distinctes des *gneiss archéens à deux micas*, habituellement compris en France sous ce nom, que nous avons crû devoir les désigner par une appellation spéciale. Elles me paraissent avoir de très grandes analogies avec les roches spéciales décrites en Allemagne sous les noms de Sericitgneiss par M. K. Lossen (1), et de Phyllitgneiss par M. Gümbel (2) et les

(1) *K. Lossen :* Geogn. Beschreib. d. linksrheinischen Fortsetz. d. Taunus, Zeits. d. deuts. geol. Ges., Bd. XIX. 1867, p. 509.

(2) *Gümbel :* Geogn. Beschreib. d. Ostbaier. Grenzgeb. 1868, p. 384.

géologues autrichiens, Stache, Teller, Becke (1), von Foullon (2).

On reconnaît au microscope que la quantité de feldspath est très variable ; tantôt réduit à la condition de minéral accidentel, il est parfois plus abondant que le quarz lui-même. Il ne présente pas de formes cristallines nettes, bien terminées ; mais se trouve généralement en grains arrondis, irrégulièrement limités. Souvent les contours de ces grains sont accusés par des paillettes de mica blanc groupées autour d'eux, ou par un cadre de limonite. Ces grains feldspathiques appartiennent pour le plus grand nombre à l'orthose, ils sont en général très bien conservés, transparents, et presque vitreux Ils sont étroitement associés au quarz, en filonnets, en grains, en gouttelettes, et d'une façon si intime qu'on peut supposer qu'ils ont pris naissance en même temps. Ces cristaux d'orthose sont généralement simples et s'éteignent alors d'un seul coup sous les nicols ; parfois ils présentent la macle de Carlsbad. Ils sont allongés suivant pg^1; cette orthose n'est pas déformée puisque les sections suivant g^1 m'ont montré le plan des axes optiques.

Parfois aussi répandues que ce feldspath orthose, se trouvent disséminées dans la roche des lamelles polysynthétiques de plagioclase, également claires et vitreuses, qui m'ont présenté sous les nicols, des extinctions voisines de celles qui caractérisent l'albite (3).

Le quarz abonde sous forme de gros grains irréguliers, granulitiques, enchevêtrés entre eux, et pauvres en inclu-

---

(1) *Becke :* Beschreib. d Gest. von Griechenland, Tschermak's min. Mittheil., Bd II. 1880. p. 47.

(2) *H. Baron von Foullon* : Jahrb. d. k. k. geol. Reichanstalt, Bd. XXXIII, 1883, p. 217.

(3) Le feldspath plagioclase des filons à chloritoïde m'a présenté les mêmes extinctions.

sions liquides. Ils présentent la polarisation d'agrégat, chaque grain ne s'éteignant pas d'un seul coup sous les nicols croisés, mais présentant un aspect moiré dû à des extinctions successives qui s'étendent de proche en proche. Ce quarz est de formation plus récente que le feldspath, il paraît au contraire plus ancien que le mica blanc, semblant parfois inclus à l'état de petites lamelles. Ce quarz nous a présenté ainsi les caractères du quarz appelé *chimique* par M. K. Lossen, et *secondaire* par M. A. Wichmann, dans les Sericitgneiss du Taunus, par opposition au quarz *clastique* de ces roches, dont nous n'avons pu reconnaître la présence dans les schistes gneissiques de Groix. Le quarz est parfois tellement abondant dans certains lits, que la roche passe à des quarzites micacés.

Le mica blanc se présente à deux états spéciaux, en lamelles et en membranes. Celles-ci sont constituées de feuillets jaune-verdâtre, des formes les plus irrégulières, bizarres, contournées ; leur structure est fibreuse, ces fibres polarisent vivement et s'éteignent en long sous les nicols, elles ne sont pas dichroïques. Elles présentent surtout à cet état les caractères de la séricite ; les lamelles rhombiques qui lui sont associées présentent l'aspect typique de la muscovite, négative, et montrant ses deux axes optiques écartés, dans la lumière convergente. Ces membranes fibreuses et les lamelles de mica blanc sont réunies et groupées en petits lits; elles déterminent ainsi dans la roche des alternances de bandes plus ou moins micacées. Ces schistes gneissiques présentent parfois une couleur rougeâtre, dûe au mica : ce mica naturellement blanc-verdâtre, est souvent en effet coloré en rouge par de l'hématite, qu'on reconnaît parfois en lamelles hexagonales, rouges, isotropes, maclées avec les lamelles de mica (1); parfois il est coloré en jaune par la limonite de

(1) *G. Rose :* Ueb. d. regel. Verwach. d. verschiedenen Glimmerarten unter ein. u. Eisenglanz, Poggend. Annal. 1869, CXXXVIII, p. 177.

décomposition. Il y a également dans la roche un peu de biotite donnant des houppes de chlorite secondaire.

Ces schistes contiennent encore quelques autres minéraux moins importants, tels que grenat en rares rhombododécaèdres, fer oxydulé en beaux octaèdres, rares grains noirs opaques appartenant au graphite ou au fer oxydulé. L'épidote mérite aussi une mention comme minéral ancien, en petites paillettes allongées, isolées dans le schiste ou parfois incluses dans les cristaux de feldspath. Elles rappellent ainsi de tous points, les inclusions analogues signalées par M. von Foullon dans les feldspaths des Phyllitgneiss d'Autriche, et sur lesquels il a tant insisté.

Ces *schistes à muscovite feldspathiques*, sont donc composés comme suit :

I. Grenat, fer oxydulé,
II. *a*. Épidote,
b. Orthose, plagioclase, mica blanc, quarz.
III. Chlorite, limonite.

b. *Chloritoschistes feldspathiques.*

Ces roches se distinguent surtout des schistes précédents par une moindre abondance de mica blanc, et par la prépondérance de la chlorite, qui leur donne une teinte verte franche. Le mica blanc est limité à de petits lits suivant lesquels la roche se clive facilement; ils sont plus espacés que dans les schistes, aussi la roche est-elle plus compacte et constitue-t-elle la pierre à bâtir la plus employée de l'île (construction des phares, des quais, etc.).

Au microscope, les éléments les plus anciens sont : sphène, grenat, fer oxydulé, représentés ici à l'état d'éléments accidentels, en petit nombre dans certains échantillons et manquant totalement dans les autres. La pyrite de fer bien

cristallisée et maclée, a une répartition aussi irrégulière.

L'amphibole est répandue plus généralement; elle se trouve en petits tronçons fusiformes, allongés, incomplets, séparés par des bandes de chlorite, et représentant évidemment les débris de grands prismes d'amphibole vert-foncé. Au centre de certaines plages, on reconnaît encore avec un seul nicol, des parties bleuâtres qui montrent que cette amphibole elle-même provient de la glaucophane, entièrement transformée dans ces chloritoschistes. La chlorite si abondante dans la roche, provient en grande partie de l'amphibole qu'elle épigénise souvent; elle est disposée en feuillets et en houppes formant des agrégats irréguliers, des traînées plus grosses que celle de muscovite. Dichroïque du vert-jaune au vert-clair, elle a une structure fibreuse aux forts grossissements. Elle forme la pâte de la roche, avec des touffes fibreuses de mica blanc-verdâtre séricitenx, souvent difficile à en distinguer.

L'épidote est un autre élément essentiel, il s'y trouve à deux états distincts : comme élément ancien et comme élément de formation secondaire. L'épidote ancienne est en prismes transparents, allongés suivant l'orthodiagonale, s'éteignant en long, tronçonnés transversalement par le clivage g^1, peu dichroïque, et identique en tous points à l'épidote décrite avec détail dans les amphibolites à glaucophane. Elle est disposée dans le schiste en traînées ou lits, feuilletés, parallèles. Cette épidote et l'amphibole m'ont présenté des exemples certains de leur inclusion dans le feldspath. L'épidote se présente en outre dans la roche en petites lamelles à couleurs vives, plus dichroïques, sans contours réguliers, et souvent groupées.

L'orthose m'a encore paru ici le feldspath le plus abondamment répandu dans ces schistes ; il est en cristaux irréguliers, souvent clivés suivant p et g^1, et par suite fendillés

en sections minces ; ces sections sont remarquablement fraîches, ayant une transparence et un éclat qui rappellent ceux de la sanidine. Ces cristaux à contours frangés, irréguliers, mais plus ou moins elliptiques, dans leur ensemble, sont alignés suivant la schistosité; ils ne sont pas alignés toutefois à la façon des microlithes, et les axes de symétrie de ces cristaux indiqués par les directions de leurs clivages, sont orientés très diversement par rapport à l'allongement de ces grains ellipsoïdaux. Ces cristaux nous présentent le fait important de contenir en inclusions des lamelles cristallines d'épidote et d'amphibole. Nous rapportons ces cristaux à l'orthose pour cette seule raison qu'ils ne nous ont point présenté de stries polysynthétiques en lames minces ; ils ressemblent toutefois à ceux des gneiss séricitiques du Taunus que M. Lossen rapporte à l'albite, ainsi qu'à ceux des gneiss d'Autriche rapportés aussi à l'albite par M. von Foullon (1), quoique ne présentant jamais de macles dans les préparations parallèles à la schistosité.

Le plagioclase, à macles polysynthétiques peu serrées, se présente en cristaux moins nombreux que les précédents; leur irrégularité, leurs inclusions m'ont empêché de les déterminer avec précision ; ils ne présentent toutefois que de petits angles d'extinction, qui ne peuvent faire hésiter qu'entre ceux de l'albite et de l'oligoclase.

Le quarz est réparti irrégulièrement, formant tantôt à lui seul de petits filons-couches, parallèles entre eux, ou formant partie intégrante de la roche, sous forme de petits grains irréguliers, à extinctions successives, groupés entre eux en plages distinctes. Ces grains de quarz sont remplis d'inclusions d'épidote et d'amphibole.

La calcite est très inégalement répartie dans ces chloritoschistes : habituellement elle fait défaut, parfois au contraire,

---

(1) *von Foullon :* l. c., p. 210-214.

elle est très abondante. Dans ces cas, elle est fraîche, très belle, en gros individus mal limités, présentant les clivages caractéristiques, et les macles ordinaires suivant les faces de b^1. La calcite est alors l'élément le plus récent de la roche, elle forme à elle seule des filonnets spéciaux qui traversent obliquement tous les autres éléments, voire même les alignements de quarz. Elle est ainsi nettement ici un produit secondaire, dérivant sans doute comme dans les mélaphyres de la décomposition d'un pyroxène entièrement disparu?

Ces *chloritoschistes feldspathisés* correspondent absolument à la description des « Grüne Schiefer » de la rive droite du Rhin, décrits par M. Wichmann (1), où il signale : fer magnétique, amphibole, épidote, séricite, orthose, quarz rare, calcite, chlorite, limonite. Ces schistes verts qui seraient réellement d'après lui des *schistes séricitiques à hornblende*, seraient analogues aux Sericit-Augit-Schiefer et Sericit-Kalkphyllite de M. Lossen (2), interstratifiés dans la série schisteuse du Taunus.

Résumé.

Mes courses dans l'île de Groix m'ont permis de reconnaître comme minéraux constituants des roches de cette région, un certain nombre d'espèces rares : chloritoïde, glaucophane, épidote, rutile, dont j'ai décrit les caractères optiques, les inclusions et le mode d'assemblage.

Ces minéraux forment quelques roches particulières, comparables à des types de Syra, des Alpes, et du Taunus. Je les ai distinguées sous les noms suivants :

(1) *A. Wichmann* : Mik. Unters. über die Sericitgesteine des rechtsrheinischen Taunus, Verh. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westf. T. XXXIV, 1877, p. 27.

(2) *K. Lossen* : Zeits. d. deuts. geol. Ges., Bd. XIX, 1867, p. 598.

A. Schistes à chloritoïde :

a. Schiste à chloritoïde, proprement dit,
b. — id. — micacé,
c. — id. — graphiteux,
d Micaschiste à chloritoïde.
e. — id. — grenatifère.

B Amphibolites à glaucophane :

a. Amphibolite à glaucophane.
b. id. à glaucophane grenatifère (éklogite)

C. Schistes feldspathiques :

a. Schiste à muscovite, feldspathique.
b. Chloritoschiste feldspathique.

D. Filons-primaires, contenant à l'état de pureté, les minéraux des roches précédentes.

Ces diverses roches (moins *D*), sont d'origine sédimentaire, mais métamorphisées, et présentent plusieurs stades de consolidation. Nous manquons de données précises sur l'état du dépôt originel, contenant : carbone, fer, chaux, alumine, silice. On peut au contraire distinguer les stades suivants de consolidation, pour les éléments authigènes :

I. Graphite, grenat, fer oxydulé ; rutile, zircon, sphène.
II. *a*. Amphibole, glaucophane, épidote, chloritoïde
b. Mica noir, orthose, plagioclase, quarz, mica blanc, tourmaline.
III. Amphibole secondaire, chlorite, calcite, limonite.

Les éléments du stade II sont en relation d'origine avec les filons primaires *D* (Apport? et recristallisation après dissolution dans des eaux surchauffées ?)

Des pressions ont déformé, clivé, certains minéraux ; elles ont fait traîner dans la roche les minéraux du stade I, elles ont déterminé de plus la structure feuilletée de ces roches, et leur apparente stratification torrentielle.

Les roches feldspathiques (*C*) peuvent dériver des roches amphiboliques (*B*) par altération, postérieurement à l'injection granulitique (*D*).

M. **Gosselet** fait la communication suivante de la part de M. Van den Broeck :

Nouvelles observations faites dans la **Campine** *en 1883, comprenant la découverte d'un bloc erratique scandinave,*

par M. **Ernest Van den Broeck.**

Mes travaux effectués cette année pour le service de la Carte géologique viennent d'être clôturés par une exploration préliminaire de la région campinienne, que j'ai sillonnée pédestrement en tous sens sur près de 400 kilomètres.

Bien que les observations que j'ai pu recueillir exigent, avant de permettre l'exposé de vues synthétiques, un complément de recherches qui seront effectuées prochainement, je crois utile de fournir un aperçu des données actuellement réunies.

En premier lieu, il me paraît dès maintenant bien établi qu'il faudra abandonner l'idée, généralement défendue depuis un certain nombre d'années, que le campinien normal et *in situ* serait postérieur au limon. Il faudra revenir à la thèse, défendue antérieurement d'ailleurs par de hautes autorités scientifiques, qui voient dans le limon un dépôt postérieur au campinien ou, ce qui est possible encore, contemporain de ses dernières manifestations sédimentaires.

De plus, la partie réellement marine du campinien paraît se réduire, dans le territoire belge, à une zone extrêmement restreinte. La masse principale des dépôts hétérogènes et d'âges divers qui ont été réunis sous le nom de campinien est formée d'alluvions fluviales et elle comprend aussi un

dépôt superficiel produit par des remaniements et des déplacements considérables, dus à l'influence du vent. Cette dernière cause, plus générale qu'on serait peut-être tenté de le croire, a donné lieu à des cas de superposition factices et inverses ayant eu pour effet d'induire le géologue en erreur dans ses appréciations sur l'âge relatif des dépôts.

J'ajouterai incidemment que l'action du vent sur les sables meubles et la formation des dunes terrestres ont fait, dans la région que j'ai explorée, l'objet d'études intéressantes dont les résultats seront exposées ultérieurement.

Pour revenir à la constitution du sol de la Campine, je ferai observer qu'à partir de Maestricht, on constate, s'étendant largement vers le N O., les vestiges bien reconnaissables d'un ancien lit de la Meuse, laquelle coule aujourd'hui vers le N.N.E.

L'alluvionnement du fleuve quaternaire a donné naissance à des accumulations considérables de cailloux d'origine ardennaise, accumulations bien représentées dans les gravières de Genck par exemple, où elles atteignent quatre à cinq mètres d'épaisseur.

Comme on l'a déjà signalé antérieurement, de nombreux débris fossiles provenant des diverses régions traversées par la Meuse, s'observent au sein de ce diluvium ancien.

Le dépôt caillouteux de la Campine, — qui forme un vaste plateau triangulaire s'élargissant à l'ouest du fleuve actuel, à partir de la région de la rive gauche située à la hauteur de Maestricht, — s'enfonce obliquement vers le fleuve dans la région occupée par ses alluvions modernes. Ce dépôt à gros éléments est recouvert sur la rive gauche par le limon brun et par les alluvions sableuses et limoneuses qui s'étendent de ce côté en une plaine presque horizontale. Sur la rive droite on le retrouve, comme à Elsloo par exemple, formant, sur une épaisseur de 6 à 8 mètres, le sommet d'une falaise de

sable tertiaire, probablement diestien [1] s'élevant verticalement contre la rive du fleuve.

Etudié dans les gravières de Genck, le diluvium caillouteux rappelle curieusement l'aspect et les caractères du diluvium de la Seine, à Paris. On y observe des zones calcaires, des poches d'argile rouge et de concrétionnement limoniteux dues à l'influence d'infiltration des eaux météoriques ; en certains points on voit, superposées à des zones normales, calcaires et grises, des zones à ciment argileux rougeâtre, rappelant exactement les aspects du diluvium gris et du diluvium rouge des sablières quaternaires de Paris.

Or, je compte pouvoir démontrer, par l'étude des coupes locales et par celle de la stratigraphie régionale, que ce diluvium caillouteux ancien de la Meuse ne peut être séparé ni comme âge ni comme origine du sable meuble campinien, entre les zones duquel ces amas caillouteux sont d'ailleurs parfois visiblement intercalés. Le tout : cailloux et sables campiniens, représente, et cela dans une aire immense en Campine, l'alluvion ancienne de la Meuse, antérieure à la dernière phase de creusement de ce cours d'eau.

Les cailloux diminuent insensiblement en nombre et en volume vers le N. ou plutôt vers le N.O. de la région campienne; mais alors on y observe, au milieu de sables fins, la persistance d'éléments fort abondants déjà plus au S., dans

(1) Le gîte fossilifère d'Elsloo, que j'ai eu l'occasion d'explorer cette année, comprend deux faunes, dont l'une, à peine entrevue, paraît être diestienne et *in situ* et l'autre, représentée à la base des sables diestiens par un amas d'éléments roulés et remaniés, mêlés de cailloux, paraît se rapporter à des couches plus anciennes, démantelées et dénudées par les eaux de la mer pliocène.

Sous le sable que je rapporte au diestien, on observe dans la coupe d'Elsloo, une formation non fossilifère ni même franchement marine dans son aspect, qui paraît représenter le niveau que A. Dumont désignait sous le nom de boldérien supérieur.

la zone caillouteuse typique de Genck par exemple. Je veux parler de ces énormes blocs, les uns à angles aigus, les autres à arêtes légèrement émoussées, qui sont constitués par des roches anciennes de la vallée de la Meuse et dont les dimensions, parfois considérables (1), s'opposent à l'idée d'un phénomène de sédimentation ayant amené ces matériaux en même temps que les éléments : sables ou graviers, qui les entourent. Ces blocs, que l'on peut appeler erratiques, ont été, sans conteste, apportés par les glaçons flottants que devait charrier le fleuve après les grandes débâcles qui terminaient les rigoureux hivers de la période quaternaire. Seul, ce mode de transport peut expliquer la dispersion irrégulière des blocs dans une zone étendue, soustraite à l'action directe de transport des eaux du fleuve, mais comprise dans la plaine d'inondation qui devait s'étendre largement vers son embouchure.

Dans la partie méridionale de la province d'Anvers et dans la partie occidentale du Limbourg j'ai pu constater que sous le nom de campinien se trouvent réunies des surfaces étendues d'alluvions anciennes et modernes, des sommets chimiquement modifiés et puis lavés de formations tertiaires en affleurement, des sables divers remaniés, ainsi que des dépôts déplacés par le vent et qui sont donc de formation secondaire aérienne. Sous des dunes campiniennes bien caractérisées j'ai trouvé par sondage des alluvions limoneuses et de la tourbe, montrant clairement l'invasion du sable de la Campine, qui, grâce à ce processus purement mécanique, a aussi recouvert en d'autres points le limon hesbayen, les alluvions modernes de la Meuse, etc.

(1) Il en est qui dépassent 2 mètres de long; à la hauteur de Lommel non loin de la frontière hollandaise je viens de constater, au milieu des sables, la présence d'un bloc de grès dur — triasique sans doute — qui atteignait 1m65 de long, 1m05 de large et 0m30 de hauteur.

Dans les Flandres, le campinien, en tant que formation marine, devra sans doute également faire place, au moins en grande partie, à des alluvions fluviales et à des sables divers modifiés et remaniés. C'est du moins ce qui paraît résulter d'observations que m'a communiquées mon collègue et ami M. A. Rutot, qui a eu l'occasion d'effectuer quelques études dans cette région.

On voit que la solution des problèmes si intéressants que présente l'étude de la Campine exige une étude préliminaire consistant en la détermination préalable du mode de formation et de l'âge des dépôts sableux, si complexes, dont le sol de cette région est formé. Lorsque l'extension des parties marines et alluviales, quaternaires et modernes sera bien délimitée, lorsque la distinction des dépôts sédimentaires et aériens sera nettement établie, alors seulement les problèmes stratigraphiques généraux pourront être facilement abordés et résolus.

Quant au sous-sol tertiaire de la Campine, très difficilement accessible, il a cependant donné lieu à des observations qui montrent que l'aire occupée par le substratum diestien doit être tout autrement comprise et bien plus étendue que ne l'indique la carte de Dumont. Par contre, l'aire boldérienne ne formera sans doute qu'une bordure relativement étroite au S. de la zone diestienne dans la Campine limbourgeoise. Des modifications profondes dans la répartition de ces dépôts du sous-sol seront sans nul doute apportées dans le figuré de la carte qui suivra l'exploration détaillée de cette contrée.

Pendant mes courses en Campine, j'ai découvert dans la partie la plus septentrionale du territoire belge, un peu au N. de la Colonie agricole de bienfaisance d'Hoogstraeten, un véritable bloc erratique, d'origine incontestablement glaciaire et scandinave ; car cette roche, qui mesure 0^m80 de long sur 0^m53 de large et 0^m60 de haut, est constituée par un granite

typique du Nord, renfermant, d'après l'examen qu'a bien voulu en faire M. A. Renard, les feldspaths plagioclase et orthose, du quartz, de l'apatite et du mica en petite quantité.

Ce bloc se trouvait isolé au milieu des sables fins et meubles campiniens de la bruyère de Wortel.

C'est la première fois, je pense, qu'une roche granitique de grande dimension, c'est-à-dire à laquelle on puisse convenablement appliquer le nom de bloc erratique scandinave a été observée dans le territoire belge.

Des fragments avellanaires ou pugillaires de roches granitiques ont été, à diverses reprises, mentionnés, dans des conditions plus ou moins grandes de certitude, par divers auteurs. Je rappellerai notamment les deux cailloux pugillaires de granit à petit grain que M. G. Dewalque a recueillis dans les alluvions de la Meuse à Maestricht, celui signalé par MM. Cogels et Van Ertborn au S.O. de Lichtaert, des fragments recueillis par M. A. Renard, dans la Flandre, sur les hauteurs voisines de Renaix et un échantillon qui lui a été remis provenant de Postel, en Campine. Des morceaux de roches granitiques ont été observés à diverses reprises par M. A. Rutot le long de la plage à Ostende et surtout à Blankenberghe, parmi les grès paniséliens que le flot arrache à des gisements sous-marins et rassemble sur l'estran. Je viens enfin d'apprendre que M. E. Delvaux prépare en ce moment une note sur de nombreux fragments granitiques recueillis par lui aux environs du Camp de Beverloo, ainsi que dans la Flandre, notamment aux environs de Gand.

Je mentionnerai encore les observations faites par M. Ed. Van Beneden pendant ses récents draguages le long des côtes belges et qui lui ont montré, parmi des accumulations de roches diverses, formant dans le lit de la mer des amas que la sédimentation marine n'a pu produire, des échantillons de granite.

Pour ceux-ci, de même que pour ceux recueillis sur la plage belge, on doit certainement tenir compte de la possibilité d'une origine accidentelle ; mais l'hypothèse d'apports ou de moraines glaciaires pourrait trouver un sérieux crédit parmi les suppositions auxquelles ces observations donnent lieu.

On n'oubliera pas d'ailleurs qu'il existe en mer, non loin de la côte belge, de riches gisements de quaternaire ancien, ayant souvent fourni, après des tempêtes, de nombreux débris d'*Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorhinus*.

Pour en revenir au bloc erratique de la bruyère de Wortel, il indique, en tout cas, une action glaciaire et une origine scandinave incontestables ; ses dimensions lui donnent une signification tout autre que celle qui pouvait être attribuée aux fragments granitiques observés jusqu'ici dans le territoire de notre pays.

La présence de ce bloc confirme donc d'une manière définitive l'extension sur le territoire belge de l'aire de dispersion des blocs erratiques scandinaves que certaines cartes avaient déjà, sans preuves très positives, établie comme un fait acquis.

M. Gosselet fait la communication suivante :

Je présente à la Société des fossiles très remarquables qui ont été trouvés à Jeumont dans les psammites du Condros par M. Morin, Directeur des carrières de grès de la Société anonyme. M. Morin a immédiatement reconnu tout l'intérêt qui s'attachait à ces fossiles et sachant ma présence à Jeumont, il m'a fait avertir qu'il désirait me les montrer. M. Morin a même poussé l'obligeance jusqu'à me les offrir au nom de la Société anonyme des carrières de grès de Jeumont.

M. Morin n'est pas d'ailleurs le premier venu en géologie. Il a aidé dans leurs travaux sur le Boulonnais M. Michelot

et M. Leblanc; il a collaboré aux sondages préparatoires aux travaux du tunnel sous-marin, sous la direction de M. Potier et de M. de Lapparent. Nous pouvons donc le considérer comme un des géologues de la région.

Il m'a fait visiter les carrières et m'a montré la structure géologique de l'assise des psammites aux environs de Jeumont.

Dans la description du canton de Maubeuge, j'ai donné quelques détails sur les carrières de calcaire et de marbre du Wattissart, mais je n'ai pas pu parler des carrières de grès qui n'existaient pas encore.

Le calcaire de Wattissart appartient à l'étage frasnien inférieur; il est recouvert par des schistes à nodules calcaires qui contiennent *Acervularia pentagona* et une petite masse de calcaire rouge.

Viennent ensuite des schistes argileux finement feuilletés, remplis de *Spirifer Verneuili* dans lesquels on fait des recherches pour avoir des ardoises. Vers le haut, ces schistes deviennent plus arénacés et moins feuilletés ; ils sont pétris de tiges d'encrines. Leur épaisseur est estimée par M. Morin à 150m ou 200m.

Au-dessus des schistes on trouve les grès exploités dans la carrière; grès gris-verdâtre, plus ou moins foncés, séparés en plusieurs massifs par des lames des schistes ou par des grès qui présentent des particularités dignes d'attention. On peut distinguer à partir du bas la série suivante :

Grès ; bons pavés	20m
Grès rogoneux	2
Grès avec quelques bancs de schistes, mais fournissant néanmoins de bons pavés	22
Schistes	1
Grès	5
Grès à Hydnoceras	1
Grès avec petits bancs de schistes	18
Schistes	1 20
Grès	0 10
	70 80

Le grès de Wattissart est surmonté par la série des couches suivantes :

Schistes avec psammites *Spirifer Verneuili* tr. ab. .	6m
Schistes calcarifères	4 à 5
Schistes noir-verdâtre et psammites avec petits bancs de grès intercalés	150
Grès verdâtre exploité près de la ferme de Wattissart	10
Schistes noirâtres psammitiques	5
Grès tendre, jaune employé comme rabat, c'est-à-dire comme pierre à aiguiser le marbre	15

Toutes ces couches forment un bassin régulier dont les rabats occupent le centre.

Les fossiles contenus dans les grès du Wattissart sont outre des Cucullées, des formes spéciales, *Dictyophyton tuberosum* et *Dictyophyton Morini* reconnues par M. Ch. Barrois pour les avoir vues en Amérique dans des couches correspondantes. A ma demande, notre savant confrère abien voulu faire une description de ces fossiles.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Sur les **Dictyospongidæ** *des Psammites du Condros,* *par M.* **Charles Barrois.**

Pl. I.

Les beaux fossiles trouvés par M. Morin à Jeumont (département du Nord), et que M Gosselet a bien voulu me communiquer, sont identiques à des formes que M. James Hall m'a appris à connaître il y a quelques années aux États-Unis.

Ces fossiles de Jeumont rappellent à première vue des formes connues depuis longtemps en Amérique dans le *Chemung-group*, et décrites en 1842, par Conrad [1], sous le

(1) *Conrad* : Journ. Acad. nat. sciences, Phil., 1842, vol. 8, p. 267.

nom générique d'*Hydnoceras* (*H. tuberosum, H. nodosum*). Ces formes, avec les *Uphantaenia* de Vanuxem ([1]) et les *Dictyophyton*, furent en 1863 l'objet d'un travail d'ensemble de M. James Hall ([2]); mais le traité fondamental pour la connaissance de ce groupe, fut lu en Août 1882, par M. James Hall, à la Réunion de l'Association américaine pour l'avancement des sciences, à Montréal. Ce mémoire accompagné de belles planches fait partie du trente-cinquième rapport annuel du State-Museum de l'Etat de New-York ([3]).

Les *Hydnoceras* et les *Dictyophyton* du *Chemung-group* sont principalement conservés à l'état de moules en grès, ils n'ont jamais présenté de test ni d'enveloppe, calcaire ou charbonneuse. On les trouve dans des bancs de grès en compagnie de débris de plantes dévoniennes, et associés à la faune du *Spirifer Verneuili*.

Le type générique *Hydnoceras* (Conrad) est un corps subconique, chargé de nodosités alignées, réunies par des rides longitudinales, et orné superficiellement de réticulations à mailles rectangulaires, dues au croisement de stries fines, transversales et longitudinales. M. James Hall, qui en décrivit de nombreuses espèces en 1863, proposa le nom de *Dictyophyton*, pour ce groupe si bien caractérisé par sa surface treillisée. Il y fit rentrer les *Hydnoceras* de Conrad.

Ces types remarquables n'ont pas encore été signalés en Europe à ma connaissance. Ils possèdent de lointaines analogies avec les *Mortieria* de M. de Koninck ([4]), et les *Tetragonis* de M. Eichwald ([5]).

(1) *Vanuxem* : Geol. Rep. of the 3rd district of New-York Survey, 1842, p. 183.

(2) *James Hall* : 16th Annual Report of the State cabinet of nat. hist. of New-York, Albany, 1863, p. 84, pl. 2-5.

(3) *James Hall* : American Association for the advancement of science, Montreal, Aug. 23-30, 1882, Section E., Geology.

James Hall: Notes on the family *Dictyospongidæ*, 35th Annual Report of the State cabinet of nat. hist. of New-York, Albany, 1883, pl. 17-20.

(4) *de Koninck* : Fossiles carbonifères de Belgique, 1842.

(5) *Eichwald* : Urwelt Russlands, vol. 2, 1842, p. 81-82, pl. 3, fig 18.

Dictyophyton tuberosum (Conrad, sp.).

Pl. 1, fig. 1 (1).

Dictyophyton tuberosum, Hall, 16th Annual Report, 1863, p. 90, Pl. 3, f. 1.

Dictyophyton tuberosum, Hall, 35th Annual Report, 1883, pl. 17, fig. 7, 8.

De toutes les espèces décrites en Amérique, le *D. tuberosum* (Conr. sp.) est celle qui se rapproche le plus de l'une des espèces de Jeumont (pl. 1, f. 1). Sa taille est de 0,15 comme celle du type ; les rangées de nodosités sont au nombre de 8, comme sur la figure 8, pl. 17, de M. Hall (1883) ; mais on n'en peut voir que 5 sur un même côté, comme sur le moule externe représenté par M. Hall en 1863. Sur de plus grands échantillons, de nouvelles rangées de nodosités s'intercalent entre ces huit rangées fondamentales. Les mailles treillisées ont 1mm de côté, mais on constate facilement que les stries qui les constituent sont de deux ordres, comme dans les échantillons américains : les unes forment des mailles rectangulaires de 2mm de côté, les autres plus fines, se trouvent dans les mailles précédentes, qu'elles divisent

(1) Tous les échantillons figurés sur la planche 1 sont de grandeur naturelle, à l'exception de la figure 1*e*, grossie deux fois, pour montrer la structure superficielle.

Pendant que ces lignes sont sous presse, je reçois une note de M. Ferd. Roemer sur ce genre *Dictyophyton* (Zeits. d. deutsch. geol. Ges., 1883, Bd. XXXV, p. 704) : M. Roemer signale les relations du *Tetragonis eifeliensis* décrit par lui (Leth. palaeoz., p. 304, fig. 56), avec les *Dictyophyton* de M. James Hall, et propose d'appeler cette espèce *Dictyophyton eifeliense*. C'est toutefois, je crois, dans le nouveau genre *Physospongia* de M. James Hall qu'il faudra faire rentrer cette intéressante forme du calcaire eifélien (cf. *Physospongia alternata*). Ce genre *Physospongia* comprend d'ailleurs l'*Uphantaenia Dawsoni* (Whitfield), auquel le savant professeur de Breslau comparait, à juste titre, son *Dictyophyton eifeliense*. On devra de même faire rentrer dans le genre *Phragmodictya* de M. James Hall, les *Mortieria* de M. de Koninck.

ainsi en quatre mailles de 1mm de côté. En l'absence de tout caractère spécifique distinctif, je crois qu'il y a lieu de rattacher le fossile de Jeumont à l'espèce américaine *Dictyophyton tuberosum*, dont on ne saurait le distinguer.

Dictyophyton Morini, nov. sp.

Pl. 1, fig. 2.

La seconde forme treillisée trouvée dans les Psammites de Jeumont, est représentée sur notre planche par plusieurs échantillons. La figure 2 *a* de grandeur naturelle, représente la base d'un individu, de forme conique, sa longueur est de 0,07, sa section elliptique de 0,025 sur 0,015. La figure 2 *b*, de grandeur naturelle, a la forme d'un cône tronqué de 0,06 de long sur 0,05 de largeur maxima ; elle paraît brisée inférieurement, et le cône prolongé présenterait une longueur de 0,14. Leur surface treillisée, à mailles rectangulaires, suffit à attester leurs relations avec les groupes précités ; elles se rattachent par leur forme tubulo-conique, par leur surface plano-convexe, dépourvue de parties saillantes, au genre *Dictyophyton* type [1] de M. James Hall. La figure 2 *c* est la section transversale du dernier échantillon.

Le *Dictyophyton Morini* ne présente pas comme l'espèce précédente de frappante identité avec aucune des formes américaines du *Chemung-group*. L'espèce dont elle se rapproche le plus est le *Dictyophyton cylindricum* du carbonifère de l'Indiana ; mais en l'absence de caractères plus précis, microscopiques, on ne peut encore les assimiler, et je crois préférable d'en faire une espèce nouvelle, que je me fais un devoir de dédier à M. Morin, qui a découvert cette curieuse faune de Jeumont.

(1) Voyez la note p. 87 du Mémoire de 1868 de M. James Hall.

Position systématique.

La famille des *Dictyospongidæ* est donc représentée dans le Dévonien supérieur des Ardennes comme dans celui des États-Unis, par des formes tubuleuses, plus ou moins allongées, coniques, droites ou recourbées, à section cylindrique ou anguleuse. Malgré la variété de leur forme générale, toutes les espèces sont caractérisées par la structure propre de leurs parois treillisées; elles présentent toujours extérieurement des mailles rectangulaires, dues au croisement de fibres longitudinales et de fibres transversales. Des fibres plus fines limitent de nouvelles mailles à l'intérieur des premières. M. J. Hall a pu s'assurer que ce tissu treillagé, constituant la substance du fossile, n'avait qu'une épaisseur de $1,8^{mm}$; toute la masse interne n'était donc qu'un remplissage postérieur, clastique, où l'eau devait circuler librement pendant la vie.

M. James Hall s'appuyant sur le mode de fossilisation des *Dictyophyton*, qu'il ne connaissait qu'à l'état d'empreinte moulée, et sur leur association habituelle à des plantes, les a considérées en 1863, comme des algues ayant une forme et un mode de croissance toutes spéciales.

M. Dawson en 1862 étudiait aussi ces fossiles, qu'il figura [1], en les considérant également comme étant sans doute des plantes marines.

Depuis lors, le progrès de nos connaissances sur les éponges des mers profondes est venu montrer la richesse en formes, du groupe des Hexactinellides, éponges siliceuses à solides spicules hexaradiées, dont l'*Euplectella* fut pendant longtemps le seul représentant connu. Les recherches de MM. Zittel, Sollas, Hinde, ont en outre montré l'existence d'Hexactinellides fossiles dans toute la série des terrains, ainsi que les fréquentes épigénies de leurs spicules siliceuses; il y avait donc lieu de se demander si la surface treillisée des

(1) *Dawson* : Quart. journ. geol. soc. of London, 1862, p. 325.

Dictyophyton ne nous représentait pas le squelette siliceux d'*Hexactinellides* dévoniennes?

J. W. Salter (1) fut, je crois, le premier auteur qui rangea les *Tetragonis* parmi les Spongiaires.

Cette opinion fut reprise en 1881 par M. R.P. Whitfield (2), en se basant sur le peu d'analogies avec les formes végétales de ces fossiles treillisés, à côtes saillantes, et à section cylindrique ou polygonale ; leur forme générale, leur surface treillisée, la solidité et la rigidité primitives de leur tissu, qui n'a encore été trouvé que dans des grès grossiers, peu favorables à la fossilisation, sont au contraire autant d'indices de leurs relations avec les spongiaires. De nouveaux fragments d'*Uphantaenia* et de *Dictyophyton* trouvés depuis cette époque par M. John Collette dans le carbonifère de Crawfordsville (Indiana), ont montré à MM. Dawson et Whitfield (3) que les fibres réticulées de ces fossiles étaient formées par des faisceaux de spicules solides; ils avaient une preuve pour ranger positivement ces formes problématiques parmi les Spongiaires. Les spicules découvertes par MM. Dawson et Whitfield seraient des spicules droites, cylindriques, allongées, réunies en faisceaux ; elles sont transformées en pyrite.

En 1879 M. Walcott (4) découvrait dans les *Utica-Slate* un représentant nouveau de cette famille des *Dictyospongidae*, et annonçait en 1881 avoir reconnu les spicules signalées dans ces fossiles. Ce *Cyathophycus reticulatus* de M. Walcott montre une analogie de plus avec les éponges, dans l'existence de son grand oscule central.

(1) *J. W. Salter* : A catalogue of the cambrian and silurian fossils of the Cambridge Museum, Cambridge, 1873, p. 176.

(2) *R. P. Whitfield* : Amer. journ. science, vol. XXII, Juillet 1881, n° 127, p. 53 ; ibid. n° 128, p. 132.

(3) *R. P. Whitfield* : Amer. Journ. of science, Août 1881 ; et Bulletin of the american museum of nat. hist. of New-York, vol. I, p. 10, Décembre 1881.

(4) *C. D. Walcott* : On the nature of Cyathophycus, Trans. Albany Instit., vol. X, 1879 ; et Amer. Journ. of science, vol. XXII, 1881, p. 394.

En groupant toutes ces formes en 1882-83 en genres distincts, présentant des rapports évidents et de curieuses différences, en figurant leurs spicules (pl. 19, fig. 8), M. James Hall ([1]) a établi qu'elles appartenaient réellement à la classe des éponges, où elles formaient une famille naturelle, pour laquelle il proposa le nom de *Dictyospongidae*.

Les descriptions des spicules sont trop incomplètes, notamment en l'absence de toute figure suffisamment grossie, pour permettre de fixer encore la place systématique des *Dictyophyton* parmi les Spongiaires : MM. Dawson et Whitfield les rangent auprès des *Euplectella* (near the recent genus *Euplectella*); ils nous paraissent plutôt appartenir au sous-ordre des *Dictyonina* de M. Zittel, où ils formeraient une famille nouvelle, la famille des *Dictyospongidae* proposée par M. James Hall, qui a ainsi fixé la position systématique de ces curieux fossiles.

La vaste répartition géographique des *Dictyospongidae*, représentées même par des espèces identiques, à l'époque du *Chemung-group* (= Psammites du Condroz), dans l'état de New-York, l'Ohio, et les Ardennes, est un nouvel et frappant exemple de la grande uniformité des faunes, dans les temps paléozoïques.

Explication des Figures.

Fig. 1 *a*. *Dictyophyton tuberosum*, Conr., sp. Echantillon de grandeur naturelle, vu de côté.
1 *b*. Id. vu du côté concave.
1 *c*. Section transversale, montrant les huit rangées fondamentales des nodosités.
1 *d*. Base du même individu, montrant le mode d'attache.
1 *e*. Surface du même, grossie deux fois, pour montrer la structure superficielle réticulée.

Fig. 2 *a*. *Dictyophyton Morini*, nov. sp Base d'un échantillon incomplet, de grandeur naturelle.
2 *b* Id. Partie supérieure d'un autre individu.
2 *c*. Section transversale du dernier individu, grandeur naturelle.

(1) *James Hall* : Amer. Assoc. for advancement of science, Montreal, 1882; et 35th Ann. Rep. of the State Mus. of New-York, 1883, pl. 17-20.

Séance du 16 Janvier 1884.

On procède au renouvellement du Bureau pour 1884.

Sont élus :

Président	MM. CH. MAURICE.
Vice-Président	J. DE GUERNE.
Secrétaire	A. SIX.
Trésorier	J. LADRIÈRE.
Bibliothécaire	R. CRESPEL.

La Société décide, en outre, qu'il sera adjoint au Bureau un Conseil composé de trois membres ; ce Conseil sera renouvelé par tiers tous les ans et les conseillers sortants ne seront pas immédiatement rééligibles. L'élection du Conseil est remise à la séance suivante.

M. **Henri Fockeu** est élu membre titulaire.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Observations sur la constitution géologique de la Bretagne, *par M.* Charles Barrois.

Puillon-Boblaye, dans son *Essai sur la configuration et la Constitution géologique de la Bretagne*, a exposé, en 1827, les grands traits orographiques de la contrée avec une telle netteté et une telle largeur de vues que son œuvre est restée classique. Tous les géographes, les géologues, ont adopté les idées de Boblaye : Reclus, Joanne, de Fourcy, Dufrénoy, Dalimier, Lebesconte, Oehlert, les ont rappelées dans leurs écrits sur la Bretagne.

La Bretagne est constituée, d'après Puillon-Boblaye, par deux vastes plateaux dirigés à peu près Est-Ouest, et séparés par une vallée longitudinale ou bassin intérieur, qui se prolonge depuis la Rade de Brest jusqu'à la limite orientale du massif breton, au bord du Bassin de Paris.

Le *plateau septentrional* s'étend de Brest à Alençon, par Saint-Brieuc, Dinan, etc., parallèlement au littoral nord de la Bretagne. Le *plateau méridional* s'étend de Brest à Parthenay en passant par Vannes et Nantes, parallèlement à la côte méridionale de la Bretagne. Entre ces deux plateaux est une longue dépression, resserrée en son milieu, vers Uzel, et donnant ainsi naissance à deux bassins : l'un occupe la moitié occidentale (*Bassin du Finistère*), l'autre la moitié orientale (*Bassin de Rennes*). Au nord du plateau septentrional s'ouvre un troisième bassin, connu sous le nom de *bassin normand.*

Dalimier, auquel on doit des notions si précises sur la stratigraphie de la Bretagne, essaya d'interpréter les faits observés par Puillon-Boblaye et de reconstituer l'histoire géologique de cette contrée. D'après lui (1), « le bassin oriental ne paraît pas avoir été en communication à l'ouest avec le Finistère, mais il se relie davantage avec le bassin normand, et tous deux devaient communiquer avec une mer commune, située probablement du côté oriental. Pendant la période silurienne, la mer se retirait lentement du côté de l'est; à une certaine époque, elle occupait donc une série de golfes parallèles qui s'avançaient plus ou moins à l'ouest. La communication entre le bassin oriental et le bassin normand ne devait se faire que du côté d'une haute mer orientale. Le bassin du Finistère ne recevait pas ses eaux du côté oriental ; elles devaient arriver de l'ouest et elles se sont retirées de ce même côté, après avoir déposé les grauwackes et calcaires dévoniens inférieurs. »

Ces généralisations de Dalimier étaient au moins prématurées. On n'a pas encore aujourd'hui de notion nette sur l'extension des mers paléozoïques en Bretagne, ni sur les oscillations du sol de la région à ces époques reculées. On s'expose à commettre une erreur en considérant *a priori*

(1) *P. Dalimier* : Essai sur la géologie du plateau méridional de la Bretagne, B. S. G. F., 2e série, t. XX, 1862, p. 127, 154

comme des mers intérieures, les étroites gorges synclinales où affleurent aujourd'hui les crêtes de couches verticales. En tous cas, avant de disserter sur les déplacements des anciennes mers, il conviendra évidemment d'étaler horizontalement leurs sédiments, relevés et repliés dans les bassins synclinaux, et de rétablir par la pensée, les dômes anticlinaux rasés par les dénudations depuis leur soulèvement. Il faut tout d'abord distinguer les mouvements du sol contemporains des couches, de ceux qui sont postérieurs au dépôt de ces couches; on ne peut se rendre compte des premiers, qu'après avoir évalué l'influence perturbatrice des derniers.

Or le mouvement du sol dont les couches de la Bretagne ont surtout conservé l'empreinte, en cachant, en voilant tous les autres, celui qui a modelé le pays, tel que l'a décrit Puillon-Boblaye, est un ridement général du sol, postérieur au Culm et antérieur au terrain houiller supérieur. Une puissante pression latérale agissant à cette époque dans la direction du méridien, a refoulé et plissé en même temps toutes les strates, sur une largeur de plus de trois degrés de latitude, de la Normandie à la Vendée, en leur donnant une direction dominante uniforme de O.20° N. à E. 20° S.

Les grands traits de l'orographie tels qu'ils ont été esquissés par Puillon-Boblaye remontent, d'après moi, à cette époque.

Ainsi, le *plateau méridional* de la Bretagne, est un pli anticlinal dont l'axe est formé par des terrains primitifs, plus ou moins injectés de granites. Le *plateau septentrional* est un autre pli anticlinal dont l'axe, principalement formé de couches cambriennes, est également injecté par des granites.

La dépression centrale, formant les bassins hydrographiques de Rennes et du Finistère, ne forme pas comme les précédents une région homogène au point de vue géologique. Elle ne correspond pas à un vaste pli synclinal, mais bien à une série de plis synclinaux et anticlinaux, à peu près parallèles

entre eux et aux plateaux limitrophes; leur amplitude est beaucoup moindre que la leur, et le granite n'y forme que des dykes isolés. Les plis synclinaux de cette région forment successivement du S. au N. les bassins suivants :

1° *Bassin d'Ancenis*, de St-Georges-Chatelaison à Chalonnes, Ancenis, Nort, S. de Redon, S. de Questembert.

2° *Bassin d'Angers*, d'Angers à Vern, St-Julien de Vouvantes, Erbray, N. de Derval, La Gacilly, Malestroit, Baud, Plouay, Quimper, Pont-Croix.

3° *Bassin de Segré*, de Châteauneuf-sur-Sarthe à Segré, Martigné-Ferchaud, Poligné, Ploermel, S. la Trinité, S. Loudéac, Ste-Brigitte, Montagnes-Noires, Monts de Menez-Hom. Ce bassin est plus complexe que les autres, étant lui-même formé de plusieurs plis synclinaux subordonnés.

4° *Bassin de Laval*, de Sablé à Laval, St-Pierre-Lacour, St-Aubin-du-Cormier, S. Becherel, N. St-Jouan-de-l'Isle, Chaîne du Menez, Forêt de Lorges, Callac. Montagne d'Arrez.

5° *La vallée du Merdereau*, de Loupfougères à St-Aubin-de-Locquenaye, paraît former un autre pli synclinal, parallèle aux précédents; mais il est moins important et ne pénètre pas en Bretagne.

6° Le *bassin de Mortain*, au nord du plateau septentrional, s'étend d'Alençon à Domfront, Mortain, cap Frehel, Paimpol.

En *Normandie*, le bassin de Falaise à Coutances est parallèle aux précédents, et on peut en dire autant des autres plis plus septentrionaux, qui s'étendent du Cotentin au Calvados.

En *Vendée*, le bassin de Chantonnay à Vouvant, au S. du plateau méridional, est de même parallèle au bassin d'Ancenis et à tout le faisceau précédent.

Cette disposition en ondes parallèles de toutes les strates paléozoïques de l'ouest de la France suffit à établir l'importance et la généralité du grand mouvement de pression latérale qui a déterminé le ridement et par suite l'orographie actuelle de la Bretagne.

Tel est le fait capital, le fait dominant, de toute la stratigraphie des terrains primaires de la Bretagne.

Quant aux mouvements qui se sont produits entre les systèmes primitif, cambrien, silurien, dévonien, et aux oscillations du sol qui se continuaient pendant le dépôt de ces formations, nous ne savons encore sur eux rien de précis? Dufrénoy, Dalimier et M. Lecornu ont indiqué des discordances de stratification entre les phyllades cambriennes et les poudingues siluriens de la Normandie ; mais on n'a encore reconnu à cette dislocation aucun caractère de généralité. On en est encore réduit à des conjectures, pour ce qui a rapport à l'extension des mers primaires en Bretagne.

La vaste extension du terrain cambrien (phyllades de St-Lô), qui occupe la moitié de la surface du pays, me fait croire qu'une même mer s'étendait alors sur la Bretagne entière. Il en était sans doute encore de même pendant l'époque silurienne; mais cela devient de plus en plus douteux à mesure qu'on approche de la période dévonienne. Si en effet des bassins distincts se sont formés alors, et si ces bassins correspondent aux plis synclinaux actuels, on devra admettre la continuité de ces bassins, de l'est à l'ouest, de la Sarthe au Finistère, avant de faire communiquer entre eux les bassins de Rennes et les bassins normands, comme on l'avait proposé.

On devra même abandonner en géologie cette expression de *Bassin de Rennes*, qui a cours actuellement, Rennes se trouvant au sommet d'un pli anticlinal large de 30 kil., et continu à travers la Bretagne, de la Sarthe à Château-Gonthier, Rennes, Loudéac, Rostrenen, Carhaix.

Séance du 6 Février 1884.

MM. **Adolphe Gosselet**, Préparateur à la Faculté des sciences de Lille ;

Hassenpflug, Chimiste à Flers;
sont élus Membres titulaires.

MM. **Ch. Barrois, Debray** et **Ortlieb**
sont élus Membres du Conseil.

M. Ch. Maurice fait la communication suivante :

Observations sur une espèce de **Conularia** *du calcaire d'Avesnelles,*

par M. **Charles Maurice,**
Licencié ès-sciences naturelles.

Pl. II.

Le genre *Conularia*, dont nous donnons ici la description d'une espèce, a été établi en 1818 par Miller. — Les formes fossiles que l'on comprend sous cette dénomination sont des coquilles cornées ayant la forme d'une pyramide droite dont la base, c'est-à-dire l'ouverture de la coquille, est en partie fermée par des prolongements triangulaires des faces. La section transverse de la coquille peut être un carré ou un losange et dans ce cas les quatre faces de la pyramide sont toutes égales entre elles, ou bien un rectangle ou un parallélogramme oblique et dans ce cas les faces opposées de la pyramide sont égales deux à deux. Ces faces sont divisées en deux parties égales par une rainure ou une carène qui part du sommet et aboutit à l'ouverture. Les angles dièdres, c'est-à-dire formés par deux des faces adjacentes sont ordinairement tronqués et remplacés par une rainure Le test est très mince, se compose de deux couches et présente des ornements; ces derniers sont presqu'exclusivement composés d'éléments dirigés suivant le sens transversal. On remarque parfois vers le sommet un très petit nombre de

cloisons sur lesquelles, ce qui est maintenant reconnu par tous, on ne rencontre jamais la trace d'un siphon, à l'encontre de ce que quelques naturalistes avaient cru remarquer. Ces cloisons sont en tous points comparables à celles des *Euomphalus* qui se débarrassent ainsi de la partie de leur coquille qui leur est devenue inutile. L'extrémité non occupée de la coquille est alors souvent brisée. Une espèce de Conulaire, la *C. fecunda*, arrive au même but d'une manière intéressante à signaler. Il remplit l'espace qu'il n'occupe plus dans sa coquille en déposant successivement de nouvelles couches sur la paroi interne de la coquille, de la même manière que les Céphalopodes du groupe des *Orthoceras vaginati*.

Les Conulaires ont été successivement rangées dans les Mollusques conchyfères (Tarets), les Céphalopodes, les Zoophytes, les Rudistes ; Dana y voit encore des osselets de *Sepia* ; mais, depuis que d'Archiac et de Verneuil l'ont montré en 1842, presque tous les naturalistes admettent aujourd'hui comme prouvée leur réunion aux Mollusques de la classe de *Ptéropodes*. — Tout le monde connaît la ténuité extrême de la coquille des animaux de cette classe qui en sont pourvus. Cette coquille est de nature cornée, cartilagineuse ou calcaire. Le Dr Guido Sandberger a signalé la grande analogie entre le type fossile *Conularia* et le genre *Cleodora* actuel. D'Orbigny range aussi les *Conularia* parmi les *Hyalidae*. Mais, à l'encontre des Ptéropodes actuels qui sont de petite taille, nous voyons certaines espèces de Conulaires fossiles atteindre, d'après Barrande, (*C. grandissima*), 20 centimètres de long sur 8 centimètres de largeur des faces et, d'après Dana, (*C. inornata*), 40 centimètres de long sur 4 centimètres de large.

Les Conulaires ont fait leur première apparition dans la Faune Seconde Silurienne, période qui a vu leur maximum de développement au triple point de vue du nombre des

espèces, de la taille de la coquille et de la fréquence des individus. On a rencontré environ 75 espèces de *Conularia* dans le Silurien (faunes seconde et troisième), 30 dans le Dévonien, 11 dans le Carbonifère, 1 dans le Permien, 1 dans le Trias, 1, enfin, dans le Lias moyen, époque à laquelle ce genre s'éteint.

Des onze espèces de Conulaires qu'a fournies le Carbonifère, trois seulement ont été rencontrées en Europe. C'est d'une de ces trois espèces que je donne la description. Il s'agit de la *Conularia inaequicostata* décrite par M. de Koninck dans la Faune du calcaire carbonifère de Belgique, p. 223 et pl. LIV (1) Les échantillons que j'ai eus entre les mains sont probablement mieux conservés que celui dont disposait le savant professeur de Liège, et c'est ce qui me permet de compléter la description de cette espèce.

La *forme générale* de la coquille est une pyramide droite et régulière. Les côtés sont égaux et ne forment pas d'angle droit entre eux sur les deux échantillons que j'ai observés; cela peut tenir à la compression, les spécimens étant excessivement écrasés. — La *section transverse* de même que l'ouverture de la coquille pouvait donc être un carré ou un losange.

Les *faces de la pyramide* sont planes et toutes égales entre elles. Chaque face est subdivisée par une rainure médiane peu profonde ; cette rainure part évidemment du sommet de la coquille pour aboutir à son ouverture (fig. 1 et 2). L'angle au sommet de chacune des faces prise isolément est de 15° à 22°. Les quatre faces de la pyramide étant toutes égales, l'angle au sommet est le même pour les faces contigues que pour les faces opposées.

Les *angles dièdres* n'ont pu être calculés, les fossiles étant écrasés. Ils sont sillonnés dans toute leur longueur par une rainure beaucoup plus prononcée que celle qui partage les

(1) Annales du Musée royal de Bruxelles, t. VIII.

faces et dans laquelle les côtes viennent se toucher en alternant entre elles (fig. 3). — Le sommet ainsi que l'ouverture de la coquille ne sont pas visibles. La partie supérieure des deux fossiles étant brisée, il est impossible de voir des traces de cloisons.

Quant au *test*, il était comme chez toutes les Conulaires d'une ténuité extrême et de nature cornée. Il n'est visible qu'en des points peu nombreux et les échantillons peuvent être considérés comme des moules internes, mais sur lesquels on peut toutefois reconnaître la trace des ornements de la paroi extérieure qui s'y sont transmis par l'effet de la ténuité extrême des deux couches composant le test.

Les *ornements de la coquille* consistent en des côtes transversales fines et séparées les unes des autres par des sillons intercostaux dont la largeur est environ quatre fois plus grande que celle des côtes. Ces côtes sont interrompues presque toutes sur le petit sillon médian qui partage chaque face en deux parties égales, c'est-à-dire que presque partout la côte semble coupée en deux par ce sillon et les deux moitiés ne se rejoignent pas exactement (fig. 1 et 2).

Les côtes décrivent une ligne courbe d'une convexité accusée; cette convexité est tournée vers l'ouverture de la coquille. Dans le voisinage des rainures des angles dièdres, leur extrémité se recourbe vers l'ouverture (fig. 3). Dans l'intérieur même de la rainure les côtes de deux faces adjacentes alternent entre elles, c'est-à-dire que chacune d'elles s'applique au fond de la rainure sur une des côtes de l'autre face. La figure 3 nous montre que les intervalles entre les côtes semblent disparaître en ce point; les côtes conservent cependant la largeur qu'elles nous présentent ailleurs, mais le fond du sillon intercostal se relève et la partie ainsi relevée va s'appliquer contre chaque côte sur la face postérieure de celle-ci; en cet endroit on passe donc du sommet de la côte au fond du sillon intercostal par une surface bien plus faible-

ment inclinée que sur tout le reste du parcours de la côte; de là l'aspect dont nous venons de parler.

Le fond des sillons intercostaux semble présenter une fine ponctuation (fig. 3).

Les côtes, comme le fait très bien remarquer M. de Koninck, sont plus serrées vers le sommet que vers l'ouverture de la coquille. Sur l'échantillon n° 1, on compte successivement par centimètre 8, 9, 10, 12, 15 côtes en allant de l'ouverture vers le sommet de la coquille. Sur l'échantillon n° 2, la progression est 8, 9, 10, 14, 15; cet échantillon a été brisé et a subi lors de la fossilisation une forte compression vers le milieu de la coquille dans sa longueur; nous remarquons, en effet, qu'à partir de la cassure, les côtes sont, sans gradation aucune, beaucoup plus serrées d'un côté de la cassure que de l'autre côté.

Les côtes ne semblent pas avoir présenté originairement l'aspect que leur donne M. de Koninck dans sa fig. 10 de sa planche LIV. En effet, en quelques points où la conservation était complète, j'ai remarqué que les côtes présentent une largeur très faible à leur sommet, elles sont presque terminées par une arête aigue et elles portent de petits tubercules très rapprochés et qui occupent toute la largeur des côtes à leur sommet (fig. 3 et 4). Par l'usure, les tubercules disparaissent laissant à la place de chacun d'eux un petit creux puis la côte elle-même est entamée et alors, on le comprend, elle semble avoir une bien plus grande largeur que lorsqu'on la considère intacte. Enfin, on arrive, mais bien rarement, à l'aspect que représente M de Koninck dans sa figure 10, c'est-à-dire à une sorte de gouttière médiane longitudinale produite par l'enlèvement de tous les tubercules. Si l'on considère notre fig. 4, qui est une section du fossile faite perpendiculairement aux côtes, on voit que celles-ci passent l'une à l'autre graduellement et sans ressauts.

La longueur de l'échantillon n° 1 est de 127 mm., et elle

1e

2a

2b

2

serait de 169 mm. si le sommet de la pyramide était conserve; la plus grande largeur d'une face est de 50 mm. L'échantillon n° 2, encore en partie engagé dans la pierre, a 90 mm. de long, et aurait 115 mm. si le sommet était conservé; la plus grande largeur conservée de l'une des faces est de 42 mm. Il faut noter que dans les deux cas nous ne possédons pas l'ouverture de la coquille, où la largeur des faces eut encore été plus grande. Nous ne connaissons, par suite, pas non plus la longueur véritable de nos échantillons.

Rapports et différences. — Comme je l'ai déjà dit, je rapporte les deux échantillons à la *C. Inaequicostata*, de Koninck. L'égalité des faces, la disposition des côtes dans la rainure des angles dièdres et leur nombre croissant pour un espace déterminé à mesure qu'on se rapproche de la pointe contribuent à les faire rapporter à la *C. Inaequicostata.* Sur quelques points la description de M. de Koninck était incomplète, mais les caractères nouveaux que j'ai signalés n'infirment pas ceux déjà énoncés par le savant professeur de Liège et cette description peut être considérée comme le complément de celle qu'il a donnée.

Gisement et localité. — Les échantillons que je viens de décrire proviennent tous deux du *Calcaire d'Avesnelles* qui est une zone du terrain carbonifère inférieur. Ils ont été trouvés à Avesnelles même dans la *Carrière du Diable*, l'échantillon n° 1 par M. Gosselet, l'échantillon n° 2 par M. Benech, Médecin-Major de deuxième classe. Les deux fossiles font partie de la collection de la Faculté des Sciences de Lille.

Explication des figures de la planche 2.

Fig. 1 et 2. — Echantillons de la *C. Inaequicostata*, grandeur naturelle.

Fig. 3. — Portion du test grossi Elle montre les côtes munies de leurs tubercules et représente leur disposition dans la rainure des angles dièdres.

Fig. 4. — Section perpendiculaire aux côtes pour montrer la disposition des côtes et des sillons intercostaux.

M. Ach. Six fait la communication suivante :

Les poussières des glaces, *par* Achille Six.

Aucun rapport officiel n'a jusqu'à présent été publié par Nordenskiöld sur le dernier voyage de la *Sophie* au Groenland et ce n'est que par une série de lettres adressées à M. Oscar Dickson que nous avons quelques détails sur cette expédition. La relation du voyage, résumée d'après ces lettres, vient d'être publiée par le journal américain *Science* (1) ; c'est à cet article que nous empruntons les faits dont nous entretenons aujourd'hui la Société (2).

Tout le monde sait que *Groenland* veut dire *terre verte*, mais il ne faudrait pas pour cela se figurer ce pays couvert d'une riche végétation à laquelle il devrait son nom. Le Groenland n'est vert que sur ses côtes, et, aussitôt qu'on s'enfonce dans l'intérieur du pays, on ne tarde pas à découvrir, en s'élevant sur les cimes, comme l'ont fait Hayes, Whymper, Payer, un vaste champ de glace, immense nappe blanche tachetée de noir, dont on n'aperçoit pas les limites ; c'est la glace intérieure du Groenland, l' « inland ice » sur laquelle les explorateurs avaient jusque dans ces dernières années hésité de s'aventurer. Nordenskiöld a pénétré le premier au vrai cœur du pays groenlandais et le résultat capital de son voyage est la certitude qu'il n'y a pas de terre libre à l'intérieur du Groenland : tout est neige et glace.

Si intéressantes que soient les diverses découvertes dont cette expédition a enrichi la science en général, je ne vous parlerai que de celles qui regardent plutôt la spécialité de notre Société. Nordenskiöld, en faisant le premier pas sur la glace, avait bien recommandé à ses compagnons de voyage

(1) *Science*, Cambridge, Mass., vol. II, n° 44, 7 Décembre 1883, p. 732.
(2) Voir aussi : *Nature*, t. XXVIII, p. 37, et numéros du 1er et 8 Nov.

de faire grande attention aux pierres qu'ils pourraient rencontrer à la surface de la neige ; lorsqu'ils se furent éloignés d'environ 500 mètres du bord de la glace, ils n'en trouvèrent plus une « qui eût même les dimensions d'une pointe d'aiguille »; mais la glace était couverte d'une poussière argileuse qui la colorait en brun ou vert-grisâtre, que Nordenskiöld avait déjà observée lors de son premier voyage et à laquelle il avait donné le nom de *kryokonite*. Cette poussière des glaces est très abondante : Nordenskiöld estime qu'il y en avait plusieurs centaines de tonnes par kilomètre carré. Lors de son expédition de 1870, il avait attiré l'attention sur cette boue, qu'il trouvait dans des cavités circulaires de 1 à 3 pieds de profondeur, aussi bien près du bord de la glace que le plus loin qu'il put alors avancer. Il démontra alors 1° que cette boue n'avait pas pu être entraînée par le lavage des chaînes de montagnes, car on la trouvait également distribuée sur les sommets des monticules de glace et sur les pentes, sur les cimes les plus élevées comme sur les flancs des glaciers ; 2° que ce n'était pas une eau courante qui l'avait répandue à la surface de la glace et qu'elle n'était point les restes broyés de quelque moraine de fond ; 3° que cette argile ne pouvait en conséquence être qu'un dépôt atmosphérique ; 4° que des éléments d'origine cosmique existent dans cette substance, car elle contient des particules de fer métallique attirables à l'aimant et donne au chalumeau les réactions du nickel et du cobalt.

En raison de la grande quantité de ces dernières substances, l'étude de la kryokonite devenait d'un grand intérêt scientifique. Son importance augmenta encore lorsque le Dr Berggren, qui accompagnait alors Nordenskiöld, eût montré que cette boue servait de substratum à toute une flore glaciaire particulière, formée d'une très grande quantité d'algues microscopiques, dont quelques-unes, dépassant l'argile, vont s'établir sur la glace même. Malgré leur extrême petitesse,

elles jouent, sans aucun doute, un rôle des plus importants dans l'économie du pays ; par leur couleur sombre, elles absorbent la chaleur du soleil beaucoup plus aisément que la glace pure, qui est toujours d'un blanc bleuâtre, et contribuent ainsi à détruire le froid linceuil du pays ou tout au moins empêchent son extension. C'est sans doute à ces organismes que les compatriotes du savant et hardi navigateur doivent la fonte de la glace qui recouvrait jadis leur péninsule.

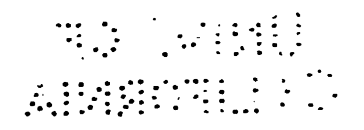
Malgré cela, les voyageurs qui visitèrent l' « inland ice » après Nordenskiöld y firent peu d'attention et semblèrent même ignorer les recherches de leurs prédécesseurs.

Le Dr Berlin, qui accompagnait Nordenskiöld dans sa récente expédition, a fait d'amples provisions de ces organismes et il ne peut manquer de nous fournir bientôt de nouvelles et intéressantes données sur la flore de la glace et de la neige. Une révision de ses observations premières, au point de vue purement géologique et minéralogique, faite par le savant explorateur, a confirmé en tous points les résultats qu'il avait obtenus en 1870. « Partout où la neige du » dernier hiver a fondu, une fine poussière de couleur » grise, quand elle est sèche, noire ou brun foncé, quand » elle est mouillée, est répandue à la surface du champ, » formant une couche qui aurait de 0mm1 à 1mm d'épaisseur, » si elle est uniformément distribuée sur la surface entière » de la glace. » On n'y trouve jamais de gravier ou de vrai sable; dans le voisinage du bord de la glace, au pied des montagnes, elle est accompagnée d'un sable très fin de couleur grise qu'on peut séparer mécaniquement de la kryokonite. Sa répartition semble être très uniforme : on la trouve en égale quantité près du bord de la glace et à une centaine de kilomètres à l'intérieur du pays ; plus loin pourtant, elle disparaît complètement. Elle ne forme pas néanmoins une couche continue d'argile; elle s'est rassemblée, par la fusion de la glace, dans des cavités remplies d'eau qui sont les gîtes

où l'on puise les échantillons. Ces cavités sont rondes, parfois semicirculaires, profondes de 1 à 3 pieds; leur diamètre varie de quelques millimètres à 1 mètre et plus. Au fond de ces trous, se trouve une couche de kryokonite épaisse de 1 à 4 millimètres, que les organismes et le vent ont souvent façonnée en petites boules. Ces trous sont parfois tellement serrés les uns contre les autres qu'il est très difficile de trouver sur une vaste surface du champ de glace un espace grand comme le fond d'un chapeau qui en soit dépourvu. La nuit, quand la température s'abaisse, une couche glacée vient recouvrir ces trous, qui deviennent alors des pièges très dangereux pour les explorateurs, car c'est juste au moment où tout le poids du corps porte sur l'un des pieds que la glace cède sous celui-ci. La cavité est juste assez large pour emprisonner le pied, pendant que le voyageur tombe en avant; il est vraiment fort heureux qu'il ne se produisit aucun accident dans l'expédition et pourtant Nordenskiöld rapporte qu'à de certains endroits, chaque voyageur tombait en moyenne une centaine de fois par jour.

Ainsi, on le voit, cette poussière d'origine cosmique en grande partie, soulevée par le vent, arrivait sur le sol en même temps que la neige qui l'emprisonnait ; la fusion de la glace, produite par l'accumulation et le tassement de cette neige, permettait à la kryokonite de se séparer par un phénomène que nous nous hasarderons à comparer à la liquation des alliages et le dépôt formé au fond des creusets naturels forés dans la glace par le soleil devenait de plus en plus riche, absolument comme un plomb argentifère dont la teneur en métal précieux augmente au fur et à mesure que l'opération de la coupellation avance.

M. **Gosselet** rend compte de quelques observations qu'il a faites pendant l'excursion de la Société de géographie de Lille dans les carrières souterraines de Lezennes. Il a vu



des stalactites en voie de formation, dont les plus grandes atteignaient déjà un décimètre et la plupart un demi-décimètre de longueur. Il signale aussi la présence, au milieu d'un bloc de craie bien blanche et non remaniée, d'un galet roulé de quarz gras de la grosseur du pouce.

A ce propos, M. **Ch. Barrois** rappelle qu'il existe dans la collection du Musée de Lille un caillou trouvé dans les mêmes conditions à Lannoy. Des galets de quarz gras existaient aussi dans la collection de Lezennes de M. Decocq; M. Topley a trouvé un galet de houille dans la craie de Douvres; enfin M. de Mercey possède une collection de ces galets remarquable par la variété des roches qui les forment.

M. **Gosselet** donne ensuite lecture d'une lettre de M Morin, directeur de la Société anonyme des Carrières de grès de Jeumont, annonçant la découverte de nouveaux Dictyophyton dans un banc plus schisteux surmontant la couche de grès exploitée. Cette lettre est accompagnée d'un croquis d'après lequel M. Morin semble indiquer plusieurs formes différentes.

M. **Gosselet** présente les observations suivantes :

Je présente à la Société quelques fossiles qui m'ont été donnés par le Capitaine du génie Petitbon, qui dirige les travaux du fort de Boussois. Ce sont : *Belemnites plenus*, *Inoceramus orbicularis*, *Ostrea lateralis*, *Ostrea nummus*, *Rhynchonella depressa*. Ces fossiles proviennent d'une couche argileuse blanc grisâtre, à une profondeur d'une dizaine de mètres. Cette couche à *Belemnites plenus* est surmontée de sables verts que l'on prendrait au premier abord pour les sables à *Pecten asper*. On n'y trouve pas d'autres fossiles que des dents d'*Oxyrhina* et de *Ptychodus*, mais j'ai tout lieu de croire que ces sables sont remaniés et qu'ils appartiennent au ter-

rain tertiaire. Je les ai déjà observés dans plusieurs circonstances aux environs de Maubeuge; mais jusqu'à présent je ne les avais pas trouvés reposant sur un terrain manifestement plus récent que la couche à *Pecten asper*.

J'espère pouvoir donner dans quelques temps une coupe plus complète des terrains traversés à Boussois.

Une sablière exploitée près de là, à Marpent, pour les besoins du fort, m'a montré quelques faits curieux. Le sable est blanc; il a 4 à 5 m. d'épaisseur, il appartient au sable d'Ostricourt, il contient de petits galets de silex disposés en veines irrégulières ou même disséminés dans le sable. Au fond de la sablière on trouve un lit de gros silex non inclinés, qui très probablement reposent sur le calcaire dévonien. Sur le côté sud, le sable est recouvert de limon, qui contient une foule de petits fragments de silex. Mais cette couche de limon, ainsi que la partie supérieure du sable, ont été enlevées sur toute la partie septentrionale de la sablière; on y voit sur le sable un petit lit d'argile charbonneuse de $0^m,10$ et au-dessus 2 à 3 m. de limon qui est probablement le limon de lavage de M. Ladrière.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Sur les grès métamorphiques du massif granitique du Guéméné,

par le Dr **Ch. Barrois.**

SOMMAIRE.

Introduction.

§ I. — Grès métamorphiques.

1° Description des grès :

a. Grès à scolithes non modifiés,

b. Quarzite micacé,

c. Quarzite sillimanitisé,

d. Quarzite feldspathisé.

INTRODUCTION.

Le massif granitique, au centre duquel se trouve le chef-lieu de canton du Guéméné (arrondissement de Pontivy), est nettement délimité sur la carte géologique de France de Dufrénoy et Elie de Beaumont : il s'étend de E. à O., de Pontivy (Morbihan) à Scaer (Finistère), et de N. à S., de Rostrenem (Côtes-du-Nord) à Baud (Morbihan).

M. de Fourcy (1) fit remarquer que le *granite à gros grains* dominait au S. de ce massif, tandis que les granites situés au N. appartenaient à sa formation du *granite porphyroïde*. Le granite du Guéméné est en effet constitué par deux roches granitiques distinctes à la fois, par leurs caractères minéralogiques et par leur âge. J'ai trouvé de nombreuses preuves, dans la commune de Mellionec entre autres, de l'antériorité du *granite porphyroïde* au *granite à gros grains* de M. de Fourcy. Ce *granite à gros grains* correspond à la *granulite* de MM. Fouqué et Michel-Lévy (= *granite* de G. Rose), tandis que le *granite porphyroïde* correspond au *granite* des auteurs français (= *granitite* de G. Rose, et des auteurs allemands).

La *granulite* formant le sud de ce massif, du Faouet à Pontivy, est une roche massive, à gros grains de $0^m,005$ à

(1) *de Fourcy* : Explic. de la carte géol. du Morbihan, Paris, 1848, p. 41-46.

0,010, de mica noir, mica blanc, orthose, microcline, oligoclase, quarz bipyramidé ou granuleux. C'est le type du *granite proprement dit* des auteurs allemands : G. Rose citait ce granite de Pontivy comme un type régional français de son *granite proprement dit*, par opposition à sa *granitite*, dont il citait comme types bretons, Le Conquet, Cap Flamanville (1). Les caractères de cette roche granitique, et surtout ses connexions avec des apophyses pegmatiques, tourmalinifères, et des apophyses aplitiques granatifères, établissent d'autre part son identité avec la *granulite* de MM. Michel-Lévy et Fouqué (2).



En divers points de ce massif, on exploite sous le nom de quarz, pour l'entretien des routes, une roche quarzeuse grenue, très bonne pour cet usage, mais entièrement différente du quarz gras laiteux qui forme de nombreux filons indépendants dans la région. L'étude stratigraphique détaillée du pays, m'a montré que ces bancs quarzeux étaient des lambeaux, variant de quelques hectares à plusieurs kilomètres carrés, d'un grès sédimentaire; ils se trouvent pincés et noyés dans une masse de granite plus récent, qui les a métamorphisés. Ce grès fait partie de l'étage du *grès à scolithes*, qui forme dans la région le membre le mieux caractérisé du terrain silurien inférieur.

L'étude des modifications métamorphiques produites dans ces grès au contact du granite a un intérêt spécial, parce que, comme le disait M. Rosenbusch dans sa *Mikroskopische Phy-*

(1) *G. Rose* : Ueber die zur Granitgruppe gehörenden Gebirgsarten. Zeitschrift der deutschen geologischen Ges., 1849, t. I, p. 363, 367

(2) *Fouqué* et *Michel-Lévy* : Minéral. microg , Paris, 1879, p. 160. Nous emploierons ici le mot *granite* comme un nom populaire, désignation d'ensemble, comprenant à la fois les *granitites* (= *granites* proprement dits des savants français), et les *granulites* (= *granites* proprement dits des savants allemands). On peut voir dans la *granulite* des savants allemands, un ensemble de roches différentes, *schistes*, *grès*, *gneiss*, *pyroxénites*, *etc.*, *granulitisés*.

siographie der Gesteine [1] : « On ne connaît guère l'action métamorphique du granite, que sur les schistes et calcaires, et on ne sait rien sur les modifications des roches arénacées. »

D'après M. Rosenbusch [2], qui a fait de si importantes recherches sur le sujet, l'action métamorphisante du granite est essentiellement exomorphe, aussi varie-t-elle beaucoup suivant la nature chimique différente des sédiments traversés, tandis qu'elle paraît varier très peu avec la composition chimique du granite. La roche traversée aurait fourni la matière, le granite n'aurait apporté que la force nécessaire aux modifications moléculaires métamorphiques.

L'examen des grès métamorphiques du massif du Guéméné étendra donc nos connaissances sur le métamorphisme de contact, en nous montrant l'action du granite sur des roches où elle n'a pas encore été étudiée. Nous nous bornerons dans ce mémoire à l'étude de la partie sud de ce massif, formée par la granulite; nous réserverons pour une prochaine communication la description des granitites du nord du massif, où se trouvent englobés de curieux schistes métamorphiques, avec mica noir, andalousite, sillimanite, grenat, et décrites bien à tort jusqu'ici, comme des *leptynites* bleu foncé.

§ I.

GRÈS MÉTAMORPHIQUES.

1. *Description des grès.*

a. **Grès à scolithes non modifiés** : L'étage du *grès à scolithes* est représenté dans la presqu'île armoricaine par une masse uniforme de grès siliceux généralement blanc,

---

(1) *H. Rosenbusch* : Mik. Physiog. d. m. Gesteine, Stuttgart. 1877, t. II, p. 87.

(2) *H. Rosenbusch* : Mik. Physiog. d. m. Gesteine, Stuttgart, 1877, vol. II, p. 36.

épaisse de plusieurs centaines de mètres, et appartenant au terrain silurien inférieur.

« Il y a dans toute la Bretagne, disait Dalimier (1), un fait constant qui frappe dès l'abord les yeux du voyageur : c'est cette position des grès siluriens sur les sommets les plus élevés. » Ces crêtes siliceuses, nues et stériles, forment en effet un des traits les plus saillants des paysages bretons : elles ont attiré l'attention de tous les naturalistes qui ont traversé le pays, et Marie Rouault (2) proposa même de désigner cette formation sous le nom de *grès armoricain*.

D'après sa faune comme d'après sa position stratigraphique, le *grès à scolithes* appartient au terrain silurien inférieur. Pour Dalimier (3) qui reconnut d'abord sa position, la roche caractéristique de cet étage est un *grès blanc*, quelquefois feldspathique, généralement plus compacte et passant aux quartz gras. Durocher (4) désignait ces roches sédimentaires sous le nom de grès-quarzites.

Au microscope, ces grès-quarzites se montrent formés essentiellement de quarz et de mica blanc : le quarz est en grains arrondis ou anguleux, irréguliers, parfois fendillés et brisés, ayant un volume à peu près constant de 0,010 à 0,012 mm. Il n'y a pas entre ces grains les différences de grosseur qu'on observe dans les sédiments formés rapidement; ils sont orientés irrégulièrement, en divers sens dans la roche, et s'éteignent d'un seul coup sous les nicols croisés. Ils contiennent des inclusions liquides en petit nombre, très petites, alignées. Le quarz est cimenté par un mica

(1) *Dalimier* : Plateau mérid. de la Bretagne, B. S. G. F, 2e ser. 1862, p. 153.

(2) *M. Rouault :* Bull. soc. géol. de France, Séances des 19 mars 1849, 17 juin 1850, 18 janvier 1851.

(3) *Dalimier* : Stratigraphie des T. primaires du Cotentin, Paris, 1861, p. 48.

(4) *Durocher* : B. S. G. F. 15 janvier 1851.

blanc sériciteux, en paillettes disséminées au hazard, sans ordre, autour des grains de quarz ; aucune de mes préparations ne renfermait de restes de feldspath ; le zircon y est par contre assez uniformément répandu en grains de 0,08^{mm}, biréfringents, remarquables par leurs couleurs vives, irisées, entre les nicols croisés. Il y a en outre dans la pâte des particules argileuses et limoniteuses, sans formes propres.

L'état du quarz, son assortiment en grains de même grosseur, la disparition du feldspath, l'abondance du mica blanc, tout concorde à prouver que les débris archéens et cambriens, ont été longtemps roulés et décomposés chimiquement avant de constituer les grès à scolithes. Je n'ai pu toutefois me fixer au sujet du mica blanc ; est-il uniquement clastique, ou a-t-il pris postérieurement naissance dans la roche en place, aux dépens de la décomposition séculaire des feldspaths? M. H. C. Sorby (1) attribue cette origine au mica blanc de certaines roches d'Angleterre, à grains fins, intermédiaires entre les phyllades et les schistes cristallins ; dans ce cas les paillettes de mica ne sont pas stratifiées, mais se concentrent et s'agrègent autour des minéraux anciens. La disposition variable du mica blanc dans les grès siluriens à scolithes, me fait penser qu'on ne peut lui attribuer une origine unique, et qu'il est en partie ancien et en partie récent.

Le *grès à scolithes non modifié* nous offre ainsi déjà dans le mica blanc, un élément récent, authigène. Ce n'est donc pas sur des sables siluriens, pas plus que sur les argiles cambriennes sous-jacentes, que le granite de cette région a fait sentir son influence, mais bien sur des grès et des schistes dont la pâte était déja cristallisée. On pourrait distinguer ici, en réalité, un premier degré de métamorphisme, sans doute

(1) *H. C Sorby* : Anniv. address Quart. journ. geol. Soc. 1880. Vol. 36. p. 69.

indépendant de la venue granitique, et où on n'observe pas d'apport.

Je crois qu'on doit assigner une origine ancienne au zircon que j'ai trouvé dans ces grès, en dehors (ou au moins très loin), de l'action de contact du granite : M. Sandberger (1) a montré que les microlithes de zircon et de rutile, remaniés dans divers sédiments, depuis le trias jusqu'au quaternaire, conservaient sans altération leur forme, leurs arêtes, et même leurs macles.

b. **Quarzites micacés** : Au voisinage du granite, les grès deviennent plus durs, plus foncés ; ils passent à des quarzites micacés, à des quarzites sillimanitisés ou à des quarzites feldspathisés, modifications distinctes, que nous décrivons successivement.

Ces *quarzites micacés* sont essentiellement formés de granules réguliers, arrondis, ou subhexagonaux de quarz, assemblés par un réseau de paillettes de mica noir. Le quarz a perdu ses angles aigus, ses fissures et ses caractères clastiques ; son volume est devenu plus irrégulier, variable dans les diverses roches, mais de 1/2 mm. en moyenne. Il présente des formes très variables : parfois en granules arrondis et donnant des arènes pisaires, parfois en cristaux dihexaédriques, parfois enfin, en grains très irréguliers, découpés, frangés, et enchevêtrés sur leurs bords. Les inclusions liquides, tantôt rares et petites, sont dans d'autres cas grosses et nombreuses, formant des traînées continues qui se poursuivent rarement d'un grain à l'autre ; les libelles sont quel-

(1) *F. Sandberger* : Ueber Zircon in geschichteten Felsarten. Zeits. d. deuts. geol. Ges., Bd. XXXV. 1883, p. 193.

M. F. E. Müller a également noté la présence du zircon en dehors des auréoles des schistes micacés maclifères, dans les schistes non métamorphisés de la région granitique du Fichtelgebirge (Neues Jahrb. für Miner. 1882. 2 Bd., p 239). M. G. R. Credner a fait une observation analogue (Zeits. f. d. gesammt. Naturw, Halle, 1874).

quefois mobiles à la température ordinaire. En outre de ces inclusions liquides, le quarz contient encore des lamelles de mica noir, ainsi que d'autres assez rares de muscovite.

Leurs caractères nous rappellent ceux des grains de quarz (récent de M. Michel-Lévy, chimique de M K. Lossen, secondaire de M. A. Wichmann) des gneiss acides ; on a ici sous les yeux une formation récente de silice, qui aurait cristallisé à nouveau en place. Ce phénomène nous paraît comparable à celui qui a été signalé à diverses reprises par MM. Bonney (1), H. C. Sorby (2), J. A. Phillips (3) dans les grès d'Angleterre, et par M. A. S. Tornebohm (4) dans les quarzites rouges de la Dalekarlie, où des grains irréguliers de quarz clastique sont recouverts d'une enveloppe à contours cristallins nets de quarz récent, ou sont entourés d'une auréole de quarz récent orienté comme lui et s'éteignant en même temps. Certains quarzites siluriens des Monts Cantabriques paraissent de même au microscope, de simples agrégats de quarz cristallin grenu, dépourvus de toute apparence de clasticité.

Le métamorphisme de contact du granite a donc produit ici le même résultat que le métamorphisme régional en ces divers points (5). Le *grès à scolithes* a perdu tous ses caractères de clasticité, il est devenu essentiellement formé de silice chimiquement déposée : l'action chimique a recouvert et remplacé l'action mécanique.

---

(1) *Bonney* : Quart. journ. geol. Soc. London, vol. 35, p 666.

(2) *H. C. Sorby* : Anniv. address. Quart. journ. geol. soc London, 1880, vol. 36, p. 62.

(3) *J. Arthur Phillips* : On the constitution of grits, etc. Quart. journ. geol. soc. London, 1881, vol. 37, p. 8-14.

(4) *A. S. Tornebohm* : Ein Beitrag zur Frage der Quarzitbildung, Geol. Forens i. Stockholm Forh B. III. K. 35 — (Neues Jahrbuch für Miner. 1877, p. 210.)

(5) Voyez à ce propos le remarquable mémoire de M. H. H. Reusch, Die fossil. führenden Krystallin-Schiefer von Bergen in Norwegen. Leipzig, 1883, p. 95

Le *mica noir* très abondant parfois dans ces quarzites, dont il change alors la couleur, présente les plus grandes analogies avec celui qui a été décrit par M. Michel-Lévy (1) dans les schistes micacés de Saint-Léon. Il est en lamelles brunes, à clivages bien marqués, de formes assez variables ; elles sont tantôt très petites, arrondies, elliptiques, de 0,02 à 0,05^{mm}, elles atteignent parfois 0,10 à 0,15 sur 0,05^{mm} ; la moyenne est de 0,12^{mm}, et leur forme généralement ronde ou hexagonale, est amincie au bord.

Les dimensions de ces éléments varient naturellement beaucoup suivant les échantillons et les localités. Il me paraît cependant certain que les lamelles du mica noir du quarzite, deviennent de plus en plus petites, à mesure qu'on s'éloigne du granite ; il n'en est pas de même des grains de quarz, dont la grosseur très variable est entièrement indépendante de l'éloignement de la roche éruptive. Loin du granite, les lamelles de mica des grès micacés m'ont paru en moyenne de 0,06 à 0,12^{mm} ; près du granite, dans les grès feldspathisés, la moyenne trouvée était de 0,12 à 0,22^{mm}.

Ces piles de mica noir se groupent souvent entre elles, formant des lamelles dépourvues de contours polyédriques réguliers, enchevêtrées les unes avec les autres. Leur disposition paraît tout à fait irrégulière dans les sections de la roche parallèles à la stratification ; on constate au contraire, dans les sections normales à cette direction, que ces lamelles forment un réseau continu : elles ne constituent pas comme dans les schistes de Saint-Léon des tissus superposés, parallèles à la schistosité, mais bien un réseau, un filet à mailles rhombiques allongées, dont la grande diagonale correspondrait à la stratification.

Le mica noir n'est pas ici déchiqueté, déchiré, comme dans

(1) *Michel-Lévy* : Sur les schistes micacés de Saint-Léon (Allier) B. S. G. F., 3e série, t. IX, 1881, p. 186.

certains gneiss; il n'est pas non plus moulé autour des glandules de quarz, comme dans d'autres; il est frais et libre dans les espaces compris entre les grains de quarz, où ses paillettes sont orientées dans leur ensemble parallèlement à la stratification, bien que non disposées suivant des plans continus, comme dans le cas des schistes. Le mica noir s'est donc consolidé en majeure partie après le quarz, mais on ne le trouve pas moins très souvent à l'état de lamelles incluses à l'intérieur du quarz. Je ne l'ai trouvé que rarement inclus dans les feldspaths. Les lamelles de mica métamorphique du grès, se distinguent toujours par leur taille, leur forme, et leur disposition, de celles des filonnets granulitiques voisins : dans les préparations microscopiques de St-Tugdual, les micas noirs de la granulite ont 0,06^{mm} à 0,08^{mm}, sur 0,25 à 0,30^{mm}, tandis que celles du grès n'ont que 0,02 à 0,03^{mm} sur 0,06 à 0,12^{mm}. La disposition de ces lamelles est régulière, stratoïde dans le grès; elle est confuse dans les filons. Les grains de quarz des filons sont de même plus gros (environ 3 fois), plus irréguliers, que ceux du grès recristallisé où a pénétré le filon.

Le polychroïsme de ce mica est très intense dans les tons bruns ; le minéral très pur présente souvent les noyaux biréfringents à auréole polychroïque, dont la nature a été fixée par M. Michel-Lévy (1). Le zircon qui est contenu dans ces piles de mica est certes le minéral le plus ancien de la roche; nous l'avons reconnu dans des grès non modifiés, très éloignés du contact de la granulite. Il est en gros grains biréfringents de 0,05 à 0,10^{mm}.

En outre de ces cristaux anciens de zircon, il en est une série d'autres beaucoup plus petits, de 0,025 sur 0,007^{mm}, plus biréfringents, brunâtres, en minces prismes allongés, ou le plus souvent maclés suivant des dômes, d'après la loi caractéristique du rutile, avec les angles ordinaires de

(1) *Michel-Lévy* : Comptes-rendus Acad. sciences, 24 Avril 1882.

54° ou de 114°. Ces microlithes de rutile sont identiques à ceux des schistes, mais bien moins abondants que dans ces roches. Je ne les ai observés que dans un très petit nombre de mes préparations et parfois très loin du granite.

A Puric en Croisty, à Coet-Manach en Plouray, à O. de Ploerdut, les quarzites micacés contiennent en outre de belles lamelles de muscovite; c'est un minéral accidentel qui manque souvent dans ces roches.

c. **Quarzites micacés sillimanitisés :** Ces quarzites identiques aux précédents par les caractères du quarz recristallisé et de la biotite, s'en distinguent essentiellement par la présence de la sillimanite. Les grains de quarz contiennent en inclusions, biotite et sillimanite, ainsi que des traînées de très petites inclusions liquides, parfois fusiformes, à bulle mobile. La forme de ces grains de quarz est irrégulière ou hexagonale, variant de $0{,}08^{mm}$ à 1^{mm}, la moyenne varie de 0,27 à $0{,}37^{mm}$; les lamelles de mica plus petites, ont $0{,}06^{mm}$ à $0{,}60^{mm}$, la moyenne étant de $0{,}22^{mm}$.

La sillimanite est parfois assez abondante pour donner naissance dans la roche à des délits soyeux blanchâtres, et par suite à une structure feuilletée, gneissique, un peu ondulée.

Ces parties blanches se résolvent au microscope en cristaux aciculaires, droits, de longueurs variables, souvent très minces de $0{,}001^{mm}$, et ne dépassant jamais 0,01 à $0{,}02^{mm}$ d'épaisseur, dans mes préparations. Ces aiguilles ne présentent pas de face cristalline reconnaissable, elles sont striées sur leurs faces prismatiques, et arrondies ou effilées aux extrémités. Elles sont toujours tronçonnées par des cassures transversales, normales à l'allongement, et assez rapprochées les unes des autres. Ces tronçons n'ont pas chevauché les uns sur les autres, comme c'est le cas ordinaire pour l'apatite. Ces solutions de continuité des aiguilles

sont parfois en relation de position avec les traînées d'inclusions liquides des quarz voisins, comme l'avait déjà remarqué M. Kalkowsky [1]; ce savant en conclut naturellement que ces divisions étaient dues au mode de développement de ces cristaux, et non à des mouvements postérieurs de la roche; dans mes préparations toutefois, cette relation de position n'est que tout à fait exceptionnelle.

La sillimanite de ces quarzites est incolore au microscope, elle n'est pas dichroïque. Sous les nicols croisés, elle se pare de vives couleurs, mais s'éteint rigoureusement en long, comme les minéraux rhombiques.

Ces cristaux prismatiques cannelés de sillimanite sont souvent altérés; l'altération se fait suivant les bords et les cassures transversales, où prend naissance une substance finement fibreuse, à fibres fasciculées, très fines, rappelant l'aspect des micas blancs. Dans nombre de nos échantillons, plus ou moins altérés, la sillimanite n'est plus représentée que par ces fines fibres micacées, qui l'ont entièrement épigénisée.

La sillimanite intacte ou épigénisée forme habituellement dans le grès des gerbes ou faisceaux, entre les grains de quarz; quand ces faisceaux sont disposés parallèlement, en files, et les uns au-dessus des autres, la roche prend un aspect gneissique; parfois elles sont disséminées obliquement entre les grains de quarz ou de mica noir. Ces faisceaux sont parfois très touffus, parfois au contraire les aiguilles paraissent plus disséminées dans la roche, et sont souvent alors incluses dans les grains de quarz.

Beaucoup plus rarement ces aiguilles s'assemblent en petites sphérules radiées de 4mm, très visibles à l'œil, et associées alors à du quarz et à du mica blanc. Le centre de ces petites sphérules est d'un vert cireux, le mica blanc

(1) *E. Kalkowsky* : Die Gneissformation des Eulengebirges, Leipzig, 1878, p. 7.

palmé constitue autour d'eux une auréole. Ce mica blanc et les aiguilles de sillimanite qui lui sont associées se reconnaissent facilement encore au microscope, mais il est beaucoup plus difficile de se prononcer sur le minéral verdâtre, dépourvu de contours cristallins, qui les renferme. C'est probablement de la cordiérite (1) (Saint-Tugdual, Coet-Milin, Guernio en Ploerdut).

Cette cordiérite forme avec du quarz, des grains gris verdâtre, à reflets nacrés ; en lames minces, ils sont transparents, non dichroïques, dépourvus de contours cristallins, et ne présentant pas d'autres inclusions que des aiguilles de sillimanite et de mica blanc. Leur étude optique est rendue très difficile par le fait qu'ils sont très épigénisés par du mica blanc, en paillettes fasciculées, et en tables plus ou moins étendues, dont les caractères voilent ceux du minéral ancien. Ce minéral qui présente à peu près la transparence du quarz en lames minces, nous a paru distinct, parce qu'il nous a présenté deux axes optiques, la bissectrice est négative ; de plus il présente les microlithes ordinaires des cordiérites des gneiss de la Forêt-Noire et de la Saxe, et non les traînées d'inclusions liquides, habituelles au quarz.

Le mica blanc ne se trouve pas seulement dans ces quarzites à l'état de petites paillettes épigénisant d'autres minéraux, mais aussi sous forme de grandes lamelles indépendantes (Restergant en St-Tugdual, Guermelin en Ploerdut).

Un autre minéral de ces quarzites, intéressant au point de vue métamorphique, bien qu'il y soit assez rare, est le *fer oxydulé* (Le Mayorec en Mellionec, St-Cornec en Mellionec) ; il est en granules opaques, à reflet bleuâtre, ou plus rarement en sections régulières, losangiques ou rectangu-

---

(1) *E. Kalkowsky* : Die Gneissformation des Eulengebirges. Leipzig, 1878, p. 28.

A. Wichmann : Die Pseudomorphosen des Cordierits, Zeits. d. deut. geol. Ges., 1874, Bd. XXVI, p. 675.

laires de 0, 04 mm. Cette transformation en fer oxydulé de la pâte limoniteuse, qui colore en jaune un certain nombre de ces grès non modifiés, rappelle l'observation faite d'abord par M. Rosenbusch (1), de la généralité de cette transformation, dans les schistes métamorphisés par contact.

En outre de ces minéraux métamorphiques, il y a dans ces quarzites sillimanitisés, des minéraux déjà cités tels que zircon et rutile (Guermelin), qu'on retrouve aussi dans les grès non modifiés de ce massif, avec Scolithes conservés, et sans mica noir. Le rutile est en petits prismes bruns très biréfringents, présentant ses macles ordinaires en genou et en cœur, identiques aux aiguilles de cette nature d'abord signalées par M. Zirkel (2), et tant étudiées depuis. Le zircon est isolé ou englobé dans le mica noir, où il est entouré des auréoles polychroïques ordinaires.

d. **Quarzites micacés feldspathisés** : La transformation du *grès à scolithes* en *quarzite micacé*, que nous venons de décrire, est la transformation commune de cette roche. On en trouve de toutes parts des exemples dans ce massif du Guéméné : les bandes de grès pincées dans le granite sont ainsi modifiées dans toute leur étendue, et sur une largeur atteignant 400 m. — Au contact immédiat du granite, on observe des modifications nouvelles plus profondes; elles ne s'étendent pas à beaucoup plus d'une dizaine de mètres de la roche éruptive, de sorte qu'il est toujours plus difficile d'en trouver des exemples. On ne trouve guère d'échantillons de cette nature que dans quelques carrières ou tranchées ouvertes au contact des deux roches (Coet-Milin en St-Tugdual, Guernio en Ploerdut, Garenne en Langonnet, O. Ploerdut); on constate que l'épaisseur de

(1) *H. Rosenbusch* : Die Steiger Schiefer und ihre Contactzone an den Granititen v. Barr-Andlau u. Hohwald, Strasbourg 1877, p. 178.

(2) *F. Zirkel* : Ueber die mikrosk. Zusammensetz. v. Thonschiefern, Poggend. Annal. 1871, p. 319.

cette auréole métamorphique est très variable, devenant parfois très mince, et se réduisant même à rien.

Au contact des deux roches, la granulite englobe beaucoup de fragments de grès, le grès est traversé de nombreux filonnets de granulite. Les blocs de grès pincés dans la granulite sont irréguliers, anguleux; on les prendrait pour des blocs de gneiss fins, grenus, arrachés en profondeur par la granulite, s'ils n'étaient identiques aux grès des salbandes. Ils se montrent, en effet, formés de mica noir, mica blanc, quarz grenu, orthose, plagioclase, et sont en réalité des leptynites à grains fins, grenues, peu feuilletées. Ces blocs de quarzite varient de la grosseur du poing, à 1 mcb. et plus.

Les échantillons de quarzite pris au contact immédiat de la granulite présentent en outre de quarz recristallisé, mica noir, sillimanite, cordiérite, d'assez nombreux cristaux de feldspath orthose et plagioclase, ainsi que du mica blanc.

Ce sont encore des roches essentiellement formées de quarz grenu et de mica noir. Le quarz très répandu est en grains irréguliers, granulitiques de 0,08 à 0,25^{mm}, s'éteignant d'un seul coup sous les nicols croisés; parfois il présente des sections hexagonales, à contours anguleux, nets, et s'éteignant aussi d'un seul coup : leur diamètre moyen est de 0,15 mm. Il y a parfois en outre dans la roche des plages de 1 à 2 cent. de quarz pur, présentant au microscope des extinctions successives, des mosaïques, à la façon des quarz de certains filons, et comme s'ils étaient formés de cristaux maclés. Certains bancs de quarzites métamorphiques (Garenne de Langonnet, Coet-Manach en Plouray), sont uniquement formés de ces noyaux quarzeux juxtaposés; nous verrons plus loin qu'on peut même se demander, s'ils ne se sont pas déposés à l'état de poudingue à galets quarzeux?

Le mica noir très abondant présente les mêmes caractères que précédemment : on remarque dans les sections perpendiculaires à la stratification, que ses lamelles sont alignées

suivant des strates parallèles, en séries régulières, mais non en membranes continues. Cette disposition coïncidant avec celle du feldspath et de la sillimanite, tend à donner à ces grès métamorphiques une microstructure gneissique. Ces lamelles de mica ont un diamètre variable de 0,05 à 0,60 mm., leur diamètre moyen est de 0,22 mm., leur épaisseur de 0,05 mm. à 0,06 : elles sont en général plus grandes que celles des grès métamorphiques précités, des auréoles externes.

Bien plus rare que le mica est l'apatite, que j'ai reconnue en une seule localité, à Kermarien en Ploerdut. Elle y est abondante, en aiguilles prismatiques hexagonales, souvent brisées, atteignant 0,5 mm. de longueur, et antérieures à tous les autres éléments de la roche : on la trouve principalement pincée dans le mica noir. Le zircon en grains de 0,08 mm., et le fer oxydulé sont, comme l'apatite, des minéraux qu'on retrouve aussi à l'état sporadique dans ces quarzites feldspathisés.

Les feldspaths sont l'orthose, le microcline, et un plagioclase à lamelles polysynthétiques qui m'a présenté de petits angles d'extinction voisins de ceux de l'oligoclase. Ces feldspaths présentent les caractères ordinaires des cristaux de cette nature, tels qu'on les trouve dans le granite ; leurs dimensions toutefois restent constamment plus petites, et leur diamètre ne dépasse pas celui des grains de quarz de ces quarzites. L'oligoclase est ici le feldspath le plus répandu ; ses petits cristaux polysynthétiques, à stries très fines, frais et transparents, sont disposés en lits discontinus parallèles aux feuillets de mica, dans les sections normales à la stratification. Ces cristaux sont parfois fendillés, brisés, mais leurs parties n'ont pas chevauché dans la roche. L'orthose moins abondant est en grains irréguliers, simples, non maclés, souvent troubles et altérés. Le microcline n'est pas rare. Ces feldspaths sont quelquefois pénétrés de gouttelettes de

quarz de corrosion, mais ne sont pas aussi déchiquetés au bord que les feldspaths des gneiss anciens.

Le mica blanc en grandes lamelles est assez rare, il se trouve dans beaucoup de ces grès en piles de 0,15 mm. à 0,20 mm. de diamètre, mais jamais en grandes quantités, et est ordinairement associé aux feldspaths. Parfois il est maclé avec le mica noir. Il est toujours beaucoup plus abondant comme minéral secondaire, en petites fibres groupées, épigénisant la cordiérite, la sillimanite, ou surtout l'orthose.

Il est facile de se persuader qu'ici, comme dans les schistes micacés décrits par M. Michel-Lévy, les feldspaths, le mica blanc et partie du quarz, représentent un apport granulitique, dans la substance du grès micacé. Ce mélange des deux roches, si intime dans certains cas, où les lambeaux de quarz et de mica noir du quarzite micacé ne se distinguent plus pratiquement des éléments de la granulite dans lesquels ils sont empatés, est prouvé toutefois par l'examen attentif des filons granulitiques.

Au contact en effet des masses granulitiques, se détachent des filons de nombre et d'épaisseur très variables, de 0 à 1 m., et qui se prolongent diversement en se ramifiant et s'anastomosant irrégulièrement entre eux. Leur terminaison ne se fait pas d'une façon brusque dans le grès ; leur épaisseur devient de plus en plus irrégulière, à mesure qu'ils s'éloignent de la masse éruptive, ils se renflent et se resserrent alternativement, jusqu'à ce que les renflements soient entièrement séparés les uns des autres, formant une chaîne ou chapelet de lentilles alignées, dont le diamètre atteint environ 0,03. Ils rappellent entièrement les filonnets en chaîne (kettenartig), que forment les gneiss rouges et certaines pegmatites en Saxe, d'après les récentes descriptions de M. Lehmann (1). Ces filons discontinus sont loin d'être

(1) *Dr J. Lehmann* : Ent. d. altkryst. Schiefergesteine, Bonn, 1884, p. 20.

rares (Garenne de Langonnet), ils nous donnent une première idée du mode de pénétration des éléments granitiques dans la masse du grès. Au microscope on peut naturellement suivre beaucoup plus loin cette pénétration des éléments injectés dans la roche sédimentaire : les filons peuvent se suivre en lames régulières, ou en lentilles discontinues, jusqu'à la minceur extrême de $0^m,0001$. Ces filonnets minces forment parfois des faisceaux parallèles entre eux, et aux plus gros filons ; réduits à l'épaisseur de un dixième de millimètre, ils forment parfois dans les préparations un réseau à mailles de quelques millimètres, limitant des plages distinctes à grains de quarz et de mica noir : on est bien près ici du mélange complet des éléments du grès et de ceux du granite.

On arrive à ce mélange quand les filonnets sont discontinus, et que les cristaux de la granulite sont irrégulièrement alignés entre les minéraux plus anciens du grès. Les quarzites micacés ainsi lardés de minces filonnets granulitiques sont donc des roches de passage qui nous montrent la double origine des éléments des *quarzites micacés feldspathisés* ; les uns (quarz, mica noir, etc.) sont produits par des modifications moléculaires des éléments de la roche sédimentaire, les autres (feldspaths, mica blanc, quarz) sont arrivés mécaniquement à l'époque de l'éruption.

Ces filons minces sont généralement très pauvres dans la région, en micas et en minéraux accessoires ; ils y sont essentiellement formés de microcline, avec orthose, oligoclase, et un peu de quarz bipyramidé. Ils contiennent parfois du mica blanc, mais ce n'est pas une règle générale ; quand ils contiennent du mica noir, ce mica y forme de beaucoup plus grands cristaux que dans le grès micacé. Les terminaisons les plus minces de ces filonnets ne m'ont plus présenté que microcline, avec quarz et mica blanc.

En outre des minéraux précédents, les *quarzites feldspa-*

thisés contiennent plusieurs espèces accidentelles. On doit noter entre toutes la sillimanite, parce qu'elle se trouve dans ces quarzites d'une façon à peu près constante. Elle est ici comme dans les *quarzites sillimanitisés*, en petites prismes très allongés et cannelés, groupés entre eux parallèlement les uns aux autres et constituant ainsi des gerbes, des faisceaux microlithiques, qui se parent de vives couleurs entre les nicols croisés; parfois elle est incluse dans le quarz, et plus rarement dans la biotite. Cette substance fibreuse s'éteint en long; elle présente un clivage facile suivant son allongement, ainsi que des cassures transversales irrégulières. On doit limiter au voisinage immédiat du granite, la présence des sphérules à cordiérite précédemment décrites : je ne les ai jamais rencontrées à plus de 1 mètre du contact. A cette distance, les quarzites micacés sont habituellement chargés de feldspaths : cette règle n'est toutefois pas générale, étant donnée l'extrême irrégularité de pénétration des éléments granitiques, qui parfois imprègnent la roche sédimentaire à plus de 30 m. de distance, tandis que dans d'autre cas, on ne trouve pas de feldspath dans les grès, au contact même de certains filons pegmatiques.

La sillimanite est donc ici indiscutablement un minéral d'origine métamorphique, elle joue le même rôle dans ces grès, que la chiastolithe dans les schistes maclifères; fait d'abord reconnu par M. Michel Lévy en 1879, pour la formation gneissique du Morvan.

Nous constatons donc que la métamorphose des *grès à scolithes* au voisinage de la granulite est progressive, et peut être décomposée en trois auréoles principales, concentriques :

1° *Quarzite micacé*,
2° *Quarzite sillimanitisé*,
3° *Quarzite feldspathisé*.

On y distingue en outre du métamorphisme par contact, un métamorphisme par apport, qui constitue le phénomène de la granulitisation.

La succession de ces auréoles, est vraie d'une façon générale, mais il faudrait bien se garder de chercher entre elles des limites nettes, analogues à celles qui existent entre des formations sédimentaires successives. Il y a en effet de grandes irrégularités de détail dans ces auréoles métamorphiques : ainsi les grès de la lande de Lochrist, où la silice n'a pas entièrement recristallisé et où des fossiles sont encore reconnaissables, m'ont présenté parfois de très petites paillettes de mica noir; d'autres préparations m'ont même montré des bottes de ces fines aiguilles, décrites plus haut comme le produit d'altération de la sillimanite.

Durocher rapprochait déjà en 1846 ([1]) l'irrégularité des auréoles métamorphiques qu'il avait parfaitement observée en Bretagne, de ce fait bien connu des fabricants d'acier : si des barres de fer d'origines différentes sont soumises en même temps à la cémentation et exactement dans les mêmes circonstances, elles seront cémentées d'une manière très inégale, bien qu'elles soient en présence d'un même cément, exposées à la même température et qu'elles présentent des différences très minimes dans leur composition.

Les différents processus métamorphiques ont dû s'opérer en même temps dans les roches arénacées qui font l'objet de cette étude ; on constate en effet par l'observation des divers minéraux inclus les uns dans les autres, que tantôt la silice a recristallisé la première, et que souvent au contraire, le mica noir et la sillimanite ont pris naissance avant les cristaux de quarz.

Le moment de la recristallisation du quarz a dû coïncider avec l'injection de l'apport granulitique, comme le prouvent des préparations de Saint-Tugdual, où le quarz contient en inclusions très ténues, de petits globules arrondis de feldspath triclinique à nombreuses stries polysynthétiques fines.

---

1) *Durocher* : Bull. soc. géol. de France, 2e sér., t. III, p. 627.

2. *Répartition géographique des grès métamorphiques.*

L'exploration détaillée du massif du Guéméné n'étant pas encore terminée, je devrai nécessairement rester ici incomplet. Les grès englobés dans le granite forment deux bandes principales, souvent interrompues, disloquées il est vrai, mais qu'on peut cependant suivre sur des longueurs de 15 à 20 kil., et d'une largeur variable de 500 m. à un kilomètre.

Ces bandes sont sensiblement dirigées de E. 25° N. à O. 25° S.; j'ai suivi la première de Saint à Mellionec : c'est aux environs de Plouray qu'elle présente le plus beau développement. La seconde s'étend de Crémérec en Priziac au sud de Langoëlan, elle est bien exposée dans les communes de Saint-Tugdual et de Ploerdut.

On pourra trouver de bons échantillons des grès métamorphiques décrits dans ce mémoire, dans les points suivants aux environs de Plouray : côte 209 entre la Garenne et Runellou, N. de la chapelle Saint-Guénin, chemin de Kerlan à Restermarh, N. de Plouray près l'Ellé, N. de Coetmanach. Les affleurements sont plus nombreux encore dans la bande du sud : à Priziac, on suit une crête de grès, du moulin Créménec à Menelan et le Cleuio ; à Saint-Tugdual, on voit les quarzites micacés de Coet-Milin à Garhénec, au S. de Restergant, à Saint-Guen, du château de Kersallic à celui de Kerminizy, le Guervelo. Ploerdut est bâti sur le grès micacé, qui y forme une longue crête E.-O. de trois kilomètres ; on l'observe en outre dans cette commune, à Saint-Idult, E. de Barach-coh, O. Coetven, Guerberneze, et surtout à Lochrist. Le *grès à scolithes* forme la montagne de Lochrist (258^{m}) ; c'est la masse la plus importante de la région, aussi est-elle moins profondément métamorphisée que les précédentes ; j'ai ramassé dans la lande de Lochrist des *Scolithus linearis* (Hald.), très bien caractérisés. Quiconque aura vu le *grès*

armoricain des bassins siluriens du centre de la Bretagne, n'hésitera pas à reconnaître ce niveau quand il sera arrivé sur les sommets sauvages de Lochrist.

3. *Comparaison de ces grès métamorphiques avec ceux des autres régions.*

On a peu écrit sur l'action métamorphique du granite sur les grès ; je ne connais rien de très précis à cet égard. C'est sans doute dans la *sparagmite* des géologues norwégiens, qu'on trouverait les plus grandes analogies avec nos grès métamorphiques?

M. Rosenbusch (1) dans l'analyse qu'il a donnée d'un travail de M. Howitt (2) sur les auréoles métamorphiques du granite de la Nouvelle-Galles du Sud, croit qu'une partie des hornfels de cette région (roche à mica noir, quarz, andalousite), a dû provenir du métamorphisme de roches gréseuses.

Dans le Taunus, M. K. Lossen (3) a décrit des grès et même des calcaires recimentés par de la silice cristallisée (quarz chimique) : il attribue cette modification à une action métamorphique produite au voisinage de roches éruptives, soit que la silice ait été apportée par des eaux souterraines, ou qu'elle soit un résultat de décomposition.

D'après d'anciennes observations de Russegger (4), il y aurait aux environs d'Assuan en Egypte, et de Chardum en Nubie, des grès brûlés, effrités, et totalement fondus en masse vitreuse, au contact du granite? M. Zittel ne rappelle toutefois rien de semblable, dans son récent ouvrage sur le Désert Libyen et l'Egypte.

---

(1) *H. Rosenbusch* : Neues Jahrb. f. Miner. 1881 Bd. 1, p. 222.

(2) *Howitt* : The diorites and granites of Swift's creek and their contact-zones, etc. Royal Soc. of Victoria, Melbourne, 1879.

(3) *K. Lossen* : Geogn. Beschreib. d. linksrhein. Fortsetz. des Taunus, etc. Zeits. d. deuts. geol. Ges., Bd. XIX. 1867. p. 687. 690

(4) *Russegger* : Neues Jahrb. f. Miner. 1887, p. 667; et 1838, p. 626.

Delesse ([1]) avait étudié la transformation du grès en quarzite; il avait reconnu que la silice passait à l'état de quarz hyalin, présentant la forme de petits grains hyalins, cristallisés, tantôt soudés l'un à l'autre et tantôt s'égrénant avec facilité. Le mica est le minéral qui caractérise par excellence le quarzite, car il le distingue du grès cristallin. Ce mica est une variété de damourite ou de séricite, et a des caractères tout différents de ceux des roches clastiques, car il s'est développé par métamorphisme au moment où le quarz a lui-même cristallisé. Delesse rapportait ces modifications à l'action du métamorphisme général.

C'est à Durocher ([2]) qu'on doit les meilleures notions sur l'action métamorphique du granite sur les grès; c'est également en Bretagne que ses observations ont été faites. Il avait reconnu que les grès ont subi plusieurs genres de modifications sous l'influences des roches granitiques : la modification la plus générale, développée non sur un point particulier, sur une zône limitée, mais sur d'immenses étendues, c'est celle qui a produit les quarzites. Les quarzites nous présentent le premier degré de métamorphisme des grès, le passage du quarz arénacé au quarz compacte; mais cette production des quarzites n'est pas subordonnée à la ligne de contact des roches plutoniques.

Cependant les causes métamorphiques ont été quelquefois plus intenses, et alors la matière argileuse qui est mélangée avec les grains de quarz dans les grès, ou qui forme des lits séparés, a été changée en feuillets luisants, chloriteux. Ce caractère se voit rarement en Bretagne, plus souvent dans les Pyrénées.

Les grès quarzeux présentent quelquefois une manière

---

(1) *Delesse* : Etudes sur le métamorphisme des roches, Paris, Savy, 1869, p. 55.

(2) *Durocher* : Etudes sur le métamorphisme des roches, B. S. G. Fr., 2e sér., t. 3. 1846, p 603-606.

d'être fort remarquable, déjà observée par Dufrénoy et Elie de Beaumont (1), et dûe à des actions métamorphiques qui ont presque rendu méconnaissable l'origine de ces roches; la structure grenue a tout-à-fait disparu; ce sont des masses compactes, à cassure inégale ou conchoïde, translucides, ne différant des quarz compactes des filons que par un mode de division particulier et par le mélange de parties opaques et de parties hyalines, mais quelquefois tellement fondues les unes dans les autres qu'il est difficile de les discerner. D'après Durocher, cette modification du grès est absolument liée au voisinage du granite; il l'a reconnue jusqu'à une distance d'environ 1000 mètres de la ligne de contact, ainsi au bourg de Saint-Rémy, au midi de Sens, dans l'Ille-et-Vilaine : au delà, ces caractères deviennent de moins en moins prononcés et finissent par s'effacer. D'ailleurs l'état compact et la cassure pseudo-rhomboïdale ne se sont pas développés également dans tous les points où les quarzites sont en contact avec le granite, dont l'action sur les grès a été très irrégulière.

D'après Durocher, les quarzites métamorphiques de Bretagne, (rochers de Gosné et de Châtillon-en-Vendelais [Ille-et-Vilaine], Mont Saint-Michel et rive gauche de l'Elorn [Finistère], ont donc été pénétrés par de la silice, qui semble avoir imbibé toute la masse du grès, avoir imprégné les grains de quarz dont elle est composée, et formé comme le ciment des grains de quartz. Les grès au contact du granite ressemblent, dit-il, à une éponge qui se serait imprégnée de silice.

Durocher découvrait donc, dès 1846, la recristallisation de la silice, au voisinage du granite. Le développement des silicates métamorphiques dans les grès lui avait seul échappé à cette époque, sans doute à cause des petites dimensions de ces cristaux.

---

(1) *Dufrénoy* et *Elie de Beaumont :* Explic. de la carte géol. de France, p. 77.

M. Lehmann (1) vient de décrire le contact du *Spiriferen-sandstein* du Harz avec le granite de l'Ockerthal. Le granite au contact pénètre profondément le grès, en filonnets ramifiés suivant d'innombrables cassures de la roche; au-delà de la terminaison des filonnets, il injecte intimement la substance du grès, qui a dû être ramollie (Auflockerung), pour laisser passer les cristaux de biotite et de feldspath provenant du granite, que l'on y trouve sur une épaisseur de plusieurs centimètres.

L'action du basalte sur les grès était mieux connue que celle des roches granitiques, grâce aux divers travaux de MM. Mohl (2), Zirkel (3), Hussak (4); nous allons toutefois ici chercher des points de comparaison, bien loin de notre sujet! Le grès d'Ottendorf est très modifié; d'après M. Hussak, il contient des grains de quarz à inclusions liquides et vitreuses secondaires, des orthoses à inclusions gazeuses et de la biotite très décomposée. Ces minéraux sont réunis par une pâte vitreuse isotrope, où se trouvent de nombreux petits octaèdres de spinel, ainsi que des microlithes d'augite.

Les grès métamorphisés au contact des basaltes de la Hesse et du Thüringerwald se montrent formés, d'après M. Zirkel, de grains de quarz ronds ou anguleux, incolores, fendillés, dont les intervalles sont remplis d'une matière vitreuse isotrope, brun clair ou foncée. Cette matière vitreuse n'est pas un vrai verre, il s'y est développé des cristallisations microscopiques, trichites, bélonites, microlithes de néphéline? de hornblende? Cette masse vitreuse qui sépare les grains de

---

(1) *Dr J. Lehmann* : Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine, Bonn, 1884, p. 35.

(2) *Mohl* : Verhandl. d. geol. Reichsanstalt. 1871, p. 259.

(3) *F. Zirkel* : Glaserfüllte Sandsteine aus dem Contact mit Basalt. Neues Jahrb. für Mineral. 1872, p. 7.

(4) *Hussak* : Ueter einen verglasten Sandstein von Ottendorf; Tschermak's min. Mittheil. Bd. V. 1883, p. 530.

quarz a dû être en mouvement, comme le prouvent les traînées fluidales, suivant lesquelles ces microlithes sont alignés.

M. Zirkel se pose ici une question aussi importante pour la connaissance de l'action métamorphique des granites, que pour celle des basaltes : « Quelle est l'origine du ciment qui sépare les grains de quarz du grès sédimentaire ? Ce ciment nous représente-t-il l'état hyalin du basalte, injecté à l'état de verre fondu, et formant par conséquent dans le grès de véritables filonnets de tachylite ? » Pour qu'il en fut ainsi, pense M. Zirkel, il aurait fallu à la fois une pression énorme, et une fluidalité extrême, afin que ce magma basaltique pût injecter les plus fins espaces entre les grains de quarz. M. Zirkel ne pense pas que ces conditions aient été réalisées lors de la venue du basalte ; comme d'ailleurs, ces filonnets vitreux se distinguent des tachylites par leurs dévitrifications et par leur composition chimique, il repousse la théorie de l'injection intime des éléments du basalte. Il y a lieu de croire d'après lui, que le verre des filonnets est un verre différent, plus riche en silice que le tachylite, et que ce verre a été produit par la fusion des parties argileuses, chargées de fer et de chaux, du grès décomposé par une grande chaleur, mais dont les grains de quarz seraient restés intacts, à part leurs fissures.

L'action métamorphique produite sur les grès a donc été beaucoup plus intense au voisinage du granite qu'au voisinage du basalte : près du granite, la silice a cristallisé ; on peut comparer le mode de formation de la biotite, de la sillimanite, de la magnétite et de la cordiérite des grès granitisés, à celui de la pâte des grès basaltisés de M. Zirkel ; enfin, nous avons dû admettre pour les feldspaths et la muscovite des grès granitisés, une injection dont on ne trouve pas de preuve dans les grès basaltisés. Le granite a donc été injecté sous une beaucoup plus haute pression, et à un état beaucoup plus fluide que les basaltes les plus hyalins.

§ III.

POUDINGUES MÉTAMORPHIQUES.

Les géologues français sont d'accord pour reconnaître en Bretagne, la succession de couches suivantes :

Terrain silurien inférieur	Grès à Scolithes. Poudingue de Montfort.
Terrain cambrien	Schistes et phyllades de St-Lô, avec conglomérats et lentilles calcaires vers la partie supérieure.

La granulite qui a métamorphisé le *grès à scolithes*, décrit ci-dessus, a nécessairement dû traverser les strates inférieures, poudingues siluriens et phyllades cambriennes.

L'action de cette roche granitique sur ces schistes, calcaires, et poudingues, est une étude d'un double intérêt ; d'abord parce qu'elle nous montrera des modifications curieuses de roches très différentes, et ensuite parce que la succession de ces diverses couches confirme notre détermination stratigraphique de leur âge.

Nous nous bornerons ici à l'étude des modifications métamorphiques qu'ont éprouvées les *poudingues* ; les modifications des schistes et calcaires au contact du granite sont plus connues, elles sont classiques aujourd'hui.

L'étage des *poudingues de Montfort* établi par Dalimier (1) est formé de couches alternantes de schistes rouge et vert, de poudingue, de grauwacke lie de vin et de grès pourprés. Aux environs de Gourin, ce poudingue se compose d'après M. de Fourcy (2) « de galets de quarz souvent cristallin et de débris de schiste talqueux, reliés par un ciment schisto-argileux Les fragments de quarz proviennent évidemment de la

(1) *Dalimier* : Bull. soc. géol. de France, 2e sér., t XX, 1862, p. 149.

(2) *de Fourcy* : Descript. de la carte géol. du Morbihan, Paris, 1848, p. 103.

destruction des filons quarzeux que renfermaient les schistes cambriens. » Le poudingue conserve à peu près ces mêmes caractères sur tout le revers méridional des Montagnes-Noires; les galets de quarz y sont incomparablement plus abondants (99 %), que ceux de schiste et de quarzite; leur forme est grossièrement ellipsoïdale, d'un diamètre moyen de 1 à 3 cent. La pâte qui les relie est un schiste argileux blanc grisâtre, si peu cohérent que les galets sont souvent libres à la surface du sol; cette pâte argilo-schisteuse est fréquemment colorée en jaune ou en rouge par la limonite.

Au microscope, la pâte se montre formée de petits grains de quarz arrondis ou anguleux, reliés par du mica blanc très abondant à l'état de lamelles séricitеuses, enchevêtrées, authigènes. Elle contient en outre, quelques cristaux de zircon, quelques grandes lamelles de muscovite, et des granules jaunes de limonite. Les galets paraissent formés de grosses plages quarzeuses, irrégulières, moirées, diversement orientées, identiques à celles qui constituent les filons de quarz gras; les plages de quarz de ces galets sont plus irrégulières, et plus grosses de 3 à 6 fois que celles de la pâte.

Après avoir signalé (1) cet étage des poudingues dans les monts de Menez-Hom, et l'avoir suivi dans les Montagnes-Noires d'une façon continue, du Cap de la Chèvre à Gourin, à travers tout le Finistère; ce fut avec un vif sentiment de curiosité, que je me demandai ce qu'il était devenu, lorsque j'arrivai devant le massif granitique du Guéméné? Etait-il rejeté par failles au nord ou au midi? Etait-il disloqué, et englobé à l'état de lambeaux, dans la masse granitique; et dans ce cas avait-il conservé ses caractères de poudingue, ou était-il transformé en granite, en gneiss, en noyaux cristallins?

(1) *Ch. Barrois* : Annal. soc. géol. du Nord, t. IV. 1876, p. 41.

J'allais peut-être avoir alors une nouvelle interprétation des curieux poudingues trouvés par M. Sauer (1) dans les gneiss granulitiques de la Saxe, et si bien étudiés récemment par M. Lehmann (2)? Allais-je trouver des conglomérats métamorphisés comme ceux de Moberg en Norwège, découverts par M. H. Reusch (3), à galets déformés, aplatis, avec développement secondaire d'amphibole, chlorite, mica, fer oxydulé, traversant indifféremment pâte et galets?

Après une première saison de courses, j'avais reconnu dans ce massif granulitique un grand nombre de gisements de *grès à scolithes* métamorphisés, ainsi que de plus nombreux lambeaux encore de schistes cambriens chargés de mica noir, de sillimanite, d'andalousite, de feldspath; il m'avait été impossible de trouver traces du poudingue. Il était cependant évident maintenant qu'il n'était pas rejeté par failles, puisque les étages entre lesquels il se trouve naturellement intercalé étaient reconnus, englobés dans la masse granitique.

C'est qu'en effet l'étage du *poudingue de Montfort* est dans les Montagnes-Noires beaucoup plus mince, que les étages voisins : son épaisseur totale ne dépasse pas 100 mètres, et encore les couches de poudingue n'y forment-elles que des lits subordonnés, interstratifiés à une série de schistes et de grès. Ce n'est que l'été dernier, que de nouvelles recherches m'ont permis de trouver des poudingues au contact de la granulite. C'est dans la commune de Langonnet (canton de Gourin) que j'ai trouvé ce contact : à l'ouest du bourg

(1) *Sauer* : Ueber die Conglomerate in der Glimmerschieferformation des sächsischen Erzgebirges, Zeitschrift für d. ges. Naturwissenschaft. Bd. LII, 1879.

(2) *J. Lehmann* : Unters über Entstehung d. altkrystallinischen Schiefergesteine, Bonn, 1884, p. 124, pl. 7, 12, 17.

(3) *H H Reusch* : Die Fossil führend. kryst. Schiefer von Bergen in Norwegen, Leipzig, 1883, p. 22, 95.

de Langonnet, la granulite présente un magnifique développement, formant un chaos de montagnes arrondies, d'où la vue s'étend au loin. A 2 ou 3 kilom. à O. de Langonnet, le paysage change brusquement, près de la vallée du Moulin du Duc ; les sommets sont moins élevés, le sol plus argileux, plus humide, plus couvert, les sentiers plus impraticables. C'est dans les chemins creux au S. et à O. des fermes de Restambleiroux, en cherchant sous la mousse et les fougères, que l'on trouve le poudingue au voisinage de la granulite.

Le poudingue est ici plus cohérent, brunâtre, les galets se séparent plus difficilement de la pâte, mais leur forme extérieure n'est pas changée. Au microscope, ces galets ne m'ont pas non plus présenté de modification appréciable ; mais la pâte se montre composée de grains de quarz plus nettement limités, arrondis ou hexagonaux et en partie recristallisés, le mica blanc a disparu, et les grains de quarz sont cimentés par des lamelles de mica noir, identiques à celles des grès micacés. Cette pâte contient enfin quelques cristaux de zircon.

La biotite est abondante. L'identité absolue de ce mica noir avec celui que nous avons décrit dans les grès micacés, nous dispense ici d'une nouvelle description. Les mauvaises conditions de ce gisement empêchent de trouver de bien bons échantillons ; ils sont très altérés, le mica est souvent verdi, plus ou moins épigénisé par de la chlorite secondaire, et rempli de microlithes noirs analogues à ceux qui ont été figurés par M. Zirkel ([1]). On trouve encore dans ces roches décomposées de nombreuses petites paillettes de mica blanc talqueux, et de limonite, dont l'origine ici est nettement secondaire : elles suivent les fissures de la roche. Ce mica blanc provient de la décomposition des feldspaths disparus. La pâte a quelquefois elle-même complètement disparu, et

(1) *F. Zirkel* : U. S. geol. Explor. 40th Parallel. pl. 2. fig. 2.

dans les géodes ainsi formées, s'est déposé du quarz secondaire en prismes pyramidés.

Un autre gisement de poudingue métamorphisé, à pâte quarzeuse également cimentée par du mica noir, se trouve dans les landes entre Menez-Glas et Crondal, au voisinage de l'apophyse aplitique de Menez-Glas, dépendante de la masse granulitique du Guéméné. Ce poudingue ressemble à celui de Restambleiroux, mais est encore plus altéré.

De ces observations on peut conclure que le poudingue de Montfort se trouve dans le massif du Guéméné, à la place stratigraphique qu'il doit occuper, près du *grès à scolithes* et des *schistes cambriens ;* et que de plus ce poudingue est métamorphisé comme eux, au contact de la granulite. Les actions métamorphiques constatées, recristallisation partielle du quarz et développement du mica noir, sont de tous points comparables à celles que nous avons observées dans le grès à scolithes : elles sont identiques à celles de l'auréole externe, que nous avons décrite sous le nom d'auréole des *grès micacés.*

Ces modifications métamorphiques des poudingues de Bretagne, ne présentent rien d'inattendu : les anciens auteurs avaient déjà constaté que la pâte clastique des poudingues, passait au voisinage du granite, au micaschiste. Tels étaient les célèbres conglomérats de Valorsine à pâte de micaschiste (1) ; tels des micaschistes du Massachusetts avec galets roulés, signalés par Lyell (2) ; et aussi les micaschistes de Shehallien en Ecosse, remplis d'après Mac Culloch (3) de galets de granite et de quarzite : la pâte micaschisteuse pénétrant même ici d'après lui, dans les fentes des galets.

Nous n'avons pas reconnu les variétés de poudingue, comparables aux conglomérats des gneiss d'Ober-Mittweida,

(1) *A. Favre* : Neues Jahrb. f. Miner, 1849, p. 42.

(2) *Lyell* : Quart. journ. geol. Soc., I, 1845; p. 200; et Travels in North America, p. 160.

(3) *Mac Culloch* ; Trans. geol. soc. London, III, p. 280.

décrits par MM. Sauer, Roth (1), Lehmann (2) ; c'est-à-dire les variétés gneissiques, avec mica noir, sillimanite et feldspaths. On ne doit pas en conclure qu'elles font défaut, mais bien qu'elles ont échappé à nos recherches, comme le rendent probable le peu d'épaisseur de ce niveau, la rareté des affleurements, leur mauvaise disposition, l'altération des roches et par suite la disparition elle-même des feldspaths. Aucune tranchée fraîche, aucune carrière, ne nous a permis de voir le contact immédiat du poudingue et du granite.

Il suffit d'ailleurs pour expliquer la rareté de ces poudingues feldspathisés, de remarquer qu'un degré plus avancé de métamorphisme, remettant tout le quarz en mouvement, et disloquant la roche par l'injection des feldspaths, ne permettrait guère de distinguer le *poudingue* ainsi métamorphisé des *grès feldspathisés* que nous avons décrits.

Peut-être une heureuse circonstance permettra-t-elle de voir en tranchée, le contact immédiat du granite et du poudingue, dans le cantón voisin de Goarec, et de trouvèr ainsi le *stade gneissique* du métamorphisme de contact des poudingues?

§ III.

CONSTANCE DE L'ACTION MÉTAMORPHIQUE DES GRANITES SUR LES DIVERSES ROCHES SÉDIMENTAIRES.

Les descriptions qui précèdent montrent bien que dans le massif du Guéméné, le granite a eu une action métamorphique sur les grès et les poudingues, au milieu desquels il a

(1) *J. Roth* : Ueber gerollführende Gneisse von Ober-Mittweida, im Sachsischen Erzgebirge, Sitzber. d. k. preuss. Akad. d. Wissens., Berlin, 1883, t. XXVIII, p. 689-695.

(2) *J. Lehmann* ; Unters. üb. Entstehung d. altkryst. Schiefergesteine, Bonn 1884, p. 124.

apparu. Le premier effet métamorphique produit, le plus simple et externe, consiste dans un changement de structure des grains de quarz; je l'ai suivi jusqu'à un demi-kilomètre de distance du contact de la granulite: il ne s'est alors formé aucune combinaison nouvelle dans les éléments de la roche, les particules n'ont fait que s'agréger d'une manière différente. Plus près de la granulite, l'effet métamorphique est différent et plus intense; des minéraux dont la substance se trouvait disséminée à l'état amorphe à l'intérieur de la roche, ont cristallisé par suite de changements moléculaires, les particules de nature semblable, s'attirant, s'orientant, se groupant entre elles. Je n'ai rencontré dans les grès métamorphiques des auréoles externes, aucun minéral récent, dont on doive expliquer l'origine par des émanations souterraines, sources ou fumerolles [1]; tous les minéraux qui les constituent sont essentiellement des silicates d'alumine, seuls ou combinés avec des silicates de base terreuse ou alcaline, qui se trouvent déjà dans ces grès et poudingues non métamorphisés. Ces minéraux métamorphiques considérés dans leur ensemble, et sous le rapport de leur composition, affectent comme l'avait déjà reconnu Durocher [2], un caractère général d'analogie qui est en connexion avec leur gisement.

Ce n'est que dans l'auréole métamorphique interne, celle des *quarzites feldspathisés*, qu'il est nécessaire d'admettre un apport direct : on reconnaît en effet ici la présence de tous les éléments de la granulite voisine, en filonnets continus ou en chapelets. L'apport du titane, de la zircone, a pu se faire antérieurement, et d'une manière peut-être indépendante, car le rutile, le zircon ne m'ont pas paru en relation avec la proximité de la granulite. Le zircon se trouve dans les grès non modifiés; je n'ai rencontré les aiguilles de rutile que dans les grès des auréoles métamor-

(1) *H. Rosenbusch :* Die Steiger-Schiefer, Strasbourg 1877, p. 257.
(2) *Durocher* : Bull. Soc. géol. de France, 2e sér., t. 3, p. 590.

phiques externes, absolument comme dans les schistes métamorphiques du Fichtelgebirge récemment décrits par M. F. Müller (1). Par contre, l'absence complète de la tourmaline, si abondante dans tous les schistes étudiés au contact de la granulite (2), est importante à noter dans ces grès. Je n'ai jamais non plus trouvé de tourmaline en Espagne, dans les bancs de grès intercalés dans les schistes maclifères tourmalinifères.

Le métamorphisme des *grès à scolithes*, en quarzites micacés et en quarziles sillimanitisés, se produit donc ici sans modification probable de composition chimique; les quarzites à sillimanite dérivent des grès non modifiés par simples changements moléculaires. Les *grès à scolithes* se montrent composés de grains de sable cimentés par de la séricite et une matière argilo-ferrugineuse; or nous voyons que dans le passage du grès non modifié au quarzite micacé, et au quarzite sillimanitisé, le quarz et la biotite tendent de plus en plus à s'individualiser, pendant que l'excès d'alumine se concentre sous forme de silicates d'alumine en cristaux distincts (sillimanite). Ces nouvelles formations englobent en s'isolant les minéraux déjà formés de la roche (rutile, zircon, apatite).

Les causes de ces modifications moléculaires ont été en grande partie élucidées par les études fondamentales de MM. Durocher, C. Fuchs, Rosenbusch, Michel-Lévy; les analyses chimiques de MM. Coquand (3), C. Fuchs (4), Rosenbusch (5),

(1) *F. E. Müller* : Die Contacterscheinungen an dem Granit des Hennbergs, bei Weitisberga, Fichtelgebirge, Neues Jahrb. f. Miner., 1882, 2, p. 205.

(2) *Hawes* : The Albany granite (New-Hampshire) and its contact phenomena, Amer. Journ. of science, vol. XXI, 1881.

(3) *Coquand* : Bull. Soc. géol. de France, t. 12, 1841, p. 322.

(4) *C. W. C. Fuchs* : Neues Jahrb. für Miner., 1870, p. 871.

(5) *H. Rosenbusch* : Die Steiger-Schiefer, Strasbourg, 1877, p 264.

ont montré que les schistes métamorphiques des Pyrénées et des Vosges avaient perdu une partie de leur eau de composition, ainsi qu'une portion des substances charbonneuses, mais qu'ils étaient au contraire plus riches en silice ; il en est sans doute de même des grès et poudingues du massif du Guéméné : c'est du moins ce que nous admettrons provisoirement jusqu'à ce que nous l'ayons vérifié par des analyses.

On constate donc une ressemblance complète au point de vue théorique, entre l'action du granite sur les grès, les poudingues et les schistes siluriens en Bretagne. Si on ne retrouve pas de fossiles dans les quarzites micacés, comme on en connaît dans les schistes micacés maclifères de l'Etang des Salles et de la Forêt de Skiddaw, cela tient en grande partie à ce que le test des fossiles de ce niveau manquait déjà dans la roche non modifiée. Ce ne sont pas les pressions orogénétiques qui ont fait disparaître les traces des fossiles, mais bien les modifications moléculaires, les recristallisations engendrées dans la roche par le voisinage du granite. Près de ce massif du Guéméné en effet, les fossiles des schistes maclifères de l'Etang des Salles, sont à peine déformés ou étirés, quoique remplis et parfois traversés par des cristaux d'andalousite ou de biotite.

Le développement dans les grès siluriens, de nombreux minéraux récents (quarz cristallin, micas, sillimanite, cordiérite, feldspaths) au contact du granite, nous amène nécessairement à attribuer une même origine métamorphique à toute une série de gneiss réputés pré-cambriens, caractérisés par le développement secondaire du quarz granulitique, du mica noir, de la sillimanite, de l'andalousite, de la cordiérite, des glandules de feldspath, etc. — Ainsi, on n'est pas plus fondé à établir dans le *terrain primitif* un étage spécial de *gneiss à sillimanite* (1), que dans le *terrain paléozoïque* un étage de *schistes maclifères*.

(1) *Kalkowsky*, *Weber*, etc.

Nos observations concordent ici pleinement avec celles que M. Michel Lévy [1] a d'abord faites dans le Morvan. La sillimanite s'est développée en Bretagne au contact de la granulite, à des niveaux géologiques très différents : je la connais dans les *gneiss primitifs* du golfe du Morbihan, dans les *schistes cambriens* des cantons du Faouet et de Gourin, dans les *quarzites siluriens* du Guéméné. Je ne l'ai reconnue nulle part encore, loin du contact du granite.

Les schistes et grès siluro-cambriens de Bretagne, lorsqu'ils sont chargés de sillimanite, de micas et de feldspaths, ressemblent tellement aux formations archéennes, que le *gneiss à sillimanite* de Pontivy par exemple, décrit par M. Whitman Cross [2], n'est autre qu'un de ces schistes cambriens métamorphiques; et que les quarzites métamorphiques décrits ici, ont été rapportés au granite, sur toutes les cartes géologiques du pays : (Dufrénoy et Elie de Beaumont, Lorieux et de Fourcy, Huguenin).

M. C. D. Walcott [3] vient de signaler à Litchfield (Maine) un granite, depuis appelé par lui *gneiss congloméré*, rempli de coralliaires : ce pseudo-granite fossilifère, est probablement une roche analogue aux grès métamorphisés de Bretagne.

Je ne toucherai pas ici à la question de l'origine des *terrains primitifs* ou *archéens*, pris dans leur ensemble ; je me borne actuellement à insister sur ce fait acquis, qu'un certain nombre des couches de ce *système primitif*, ne nous présentent que des caractères authigènes, acquis uniquement par l'action du contact du granite : un grand nombre de roches gneissiques, quelle qu'ait été leur origine primitive, sédimentaire ou cristalline, ne sont plus que des roches métamorphiques de contact. Je me range donc ici aux vues

(1) *Michel Lévy :* B. S. G. F., 3e sér, t. 7, 1879, p. 860.

(2) *Whitman Cross :* Stud üb. breton. Gesteine, Tschermak's min. Mittheilungen, Bd. 3. Heft 5, p. 381.

(3) *C. D. Walcott* : Biological Society of Washington, 23 Févr. 1884.

de M. Michel-Lévy ([1]), si pleinement confirmées dans leur ensemble, par le grand travail de M. Lehmann([2]). Il y a parmi les gneiss, *des roches d'origines diverses*; toutes ces roches présentent d'une façon constante et générale, des modifications, des déformations, des productions d'éléments secondaires à caractères spéciaux (quarz, mica, etc.), qui ont imprimé leur cachet à ces strates, en voilant leurs caractères originaires.

Un grand nombre des roches considérées comme archéennes en Bretagne, ne sont que des roches cambriennes ou siluriennes, à éléments authigènes, métamorphiques, et n'ayant que le faciès des roches primitives. Nous ne pensons pas que la Bretagne soit la seule région gneissique où il en soit ainsi; il nous paraît probable au contraire, que les *terrains paléozoïques* sont destinés à s'étendre de plus en plus sur les cartes géologiques, aux dépens des *terrains primitifs*, par adjonction de faciès métamorphiques, gneissiques et micaschisteux.

RÉSUMÉ.

En s'en tenant rigoureusement aux faits observés, on voit par les descriptions précédentes que les grès siluriens du massif du Guéméné, se présentent sous les quatre états différents suivants, à mesure qu'on s'approche du granite :

A. *Grès clastique, fossilifère*, composés de grains brisés de quarz, cimentés par du mica blanc ou des matières argilo-ferrugineuses, amorphes.

B. *Quarzite micacé*, où les grains brisés de quarz se transforment en granules arrondis ou hexagonaux sous l'action

(1) *Michel-Lévy* : Bulletin de la Société géologique de France, 1879, p. 871, et 1881, p. 181.

(2) *Dr J. Lehmann* : Untersuch. über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine, Bonn, 1884.

métamorphique de contact du granite. Il se développe en même temps dans la roche, un réseau de mica noir, qui cimente les grains de quarz.

C. *Quarzite sillimanitisé*, plus près du granite, la sillimanite et la cordiérite s'ajoutent aux éléments précédents.

D. *Quarzite feldspathisé* : l'injection des éléments du granite en filonnets discontinus, charge la roche au contact, des éléments du granite (feldspaths, quarz, micas). Les inclusions réciproques du feldspath et du quarz, font penser que l'injection des éléments du granite et la recristallisation du grès ont dû ici s'opérer en même temps.

Nous avons ainsi suivi dans ce mémoire, la transformation graduelle, par métamorphisme de contact, d'une roche fossilifère clastique, formée essentiellement de quarz avec un peu d'argile, en une roche schisto-cristalline, présentant les éléments cristallins suivants :

I. Zircon, apatite.

II. *a*. Quarz, mica noir, sillimanite, cordiérite, fer oxydulé, rutile.

b Orthose, oligoclase, microcline, mica blanc.

M. **Gosselet,** se basant sur l'observation de M. Barrois que l'effet le plus éloigné du métamorphisme a été de faire recristalliser les éléments déjà existants dans la roche, sans y introduire d'éléments nouveaux, pense pouvoir comparer à la roche ainsi métamorphisée les arkoses du Franc-Bois de Willerzies, qui n'offrent du reste comme elle au microscope que du quarz et du mica noir. Il déduit des observations de M. Barrois que la chaleur développée par le filon de granite a été seule efficace pour produire, en même temps que le dégagement d'une grande quantité de vapeur d'eau, la recristallisation observée. Par suite, cette chaleur, à la fois nécessaire et suffisante pour métamorphiser une roche, peut provenir d'autres sources que du contact d'une roche éruptive ou de

l'injection de lave liquide dans la masse. Dans le cas particulier des arkoses du Franc-Bois de Willerzies, cette chaleur aurait été développée, d'après M. Gosselet, par une énorme pression qui, brisant et plissant ces couches, aurait suffi à produire le métamorphisme que nous observons dans cette partie de l'Ardenne.

M. **Ch. Barrois** ne peut partager l'opinion de M. Gosselet et persiste à admettre comme précédemment [1] l'existence, sous les couches métamorphisées de Willerzies, d'une masse granitique qui n'a pu arriver au jour.

Séance du 20 Février 1884.

M. **Latinis,** Ingénieur civil à Seneffe, est nommé membre correspondant;

M. **Smits,** Ingénieur à Lille, est nommé membre titulaire.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

M. **Charles Barrois** analyse le mémoire suivant lu par M. **J. W. Judd**, le 6 Février dernier, à la Société géologique de Londres.

Un puits profond nouvellement ouvert à Richmond (Surrey), au S. O. de Londres, par décision des autorités locales, a fourni à M. le Professeur Judd l'occasion d'importantes remarques sur la géologie souterraine du sud de l'Angleterre. Les travaux sont actuellement arrivés à la profondeur de 408 m.; l'eau rencontrée est peu abondante, elle peut toutefois monter à 40 m au-dessus du niveau du sol, et sa température est plus élevée que celle du milieu ambiant. Ce forage est descendu à 50 m. plus bas qu'aucun autre du bassin de Londres.

---

(1) Voir *Ann. soc. géol. du Nord*, t. x, 205.

Les couches tertiaires traversées présentaient leurs caractères habituels. Le *London-clay* a une épaisseur de 49 m., la zône de *Woolwich et Reading* $8^m.5$, la zône de *Thanet* 7 m., à sa base et reposant sur le crétacé se trouve le niveau connu de silex verdis.

Le crétacé a une épaisseur de $204^m.5$; on peut y distinguer les deux horizons du *Chalk-rock*, et de la *Belemnites plenus*. On voit par suite que le *Sénonien* présente sous Londres une épaisseur de 100 m., le *Turonien* 50 m., le *Cénomanien* 80 m. (y compris l'*Upper green sand* 5 m.). Le gault avec ses fossiles usuels, et son lit de nodules de phosphate de chaux à la base, a 62 m — Il repose sur un calcaire impur sableux épais de 3 m., avec rares fossiles en mauvais état, et présentant à sa base un lit noduleux : ce calcaire est probablement néocomien.

On entre à cette profondeur dans des lits épais de calcaire oolitique, avec veines minces subordonnées d'argile. L'examen attentif de ces dépôts a montré que les lits argileux étaient remplis de fossiles, en parfait état de conservation : brachiopodes, bryozoaires, échinodermes, spongiaires. La détermination de ces fossiles, *Terebratula coarctata*, *maxillata*, *Rhynchonella concinna*, montra que ces calcaires oolithiques de 27 m. appartenaient à l'étage de la grande oolithe ; la faune étant celle du Bradford-clay et du calcaire de Rauville. L'existence de la grande-oolithe à Richmond détermina M. Judd à revoir les échantillons du célèbre forage de la brasserie Meux, fait à Londres en 1878 ; il reconnut ainsi que les 20 m. de calcaire oolithique, supérieurs dans ce puits au dévonien, devaient également être rangés dans la grande oolithe, quoique présentant un faciès un peu distinct.

Les calcaires oolithiques reposent à Richmond sur des grès rouges et bariolés, à fausses stratifications, et alternant avec des marnes. Ces couches n'ont pas fourni de fossiles ; mais leurs caractères lithologiques présentent de telles ana-

logies avec le *Nouveau grès rouge,* que nous croyons devoir les rapporter au terrain triasique.

De ces faits, on peut tirer diverses conclusions intéressantes pour la géologie de la région :

1° La crête paléozoïque des Mendips aux Ardennes, qui se prolonge souterrainement sous le bassin de Londres, a été recouverte complètement ou en partie par les dépôts oolithiques, sans qu'il y ait de représentant du Lias. L'oxfordien et le callovien ont dû s'avancer également sur cette crête, à en juger par les fossiles remaniés de ces époques, qu'on trouve à la base du néocomien des North downs (Sevenoaks, Farnham) ; de plus on se rappelle quelle épaisseur avait encore le Jurassique supérieur dans le sondage sous-wealdien de Battle.

2° Les strates perméables du néocomien qui forment un niveau aquifère au midi du Bassin de Londres, ne s'étendent pas au nord jusqu'à Richmond. Peut-être la présence de couches perméables d'âge triasique pourra-t-elle plus ou moins suppléer à l'absence de cette nappe d'eau ?

3° Au sujet de l'existence souvent discutée d'un terrain houiller exploitable sous Londres, ce sondage de Richmond fournit également quelques indications. Ainsi la présence de petits morceaux de charbon anthraciteux trouvés dans les couches profondes du sondage, prouvent par leur nombre et leur conservation, que les bancs houillers de la crête paléozoïque souterraine, ne sont pas très éloignés de Londres. Toutefois l'existence dans la région, des terrains jurassique et triasique, montre d'autre part que l'épaisseur des morts-terrains à traverser pour arriver à la houille, sera plus grande qu'on ne s'y attendait.

Rappelons en terminant, avec *M. R. Etheridge*, que le terrain dévonien bien caractérisé, a été reconnu à Londres, à la brasserie Meux, ainsi qu'à Turnford, et que le calcaire de Wenlock a été trouvé à Ware.

A la suite de cette lecture, M. **Ch. Barrois** présente à la société une série d'échantillons du forage de Richmond, que M. *Judd* a bien voulu lui envoyer sur sa demande, et fait ressortir l'importance de la communication de M. Judd pour la géologie souterraine du nord de la France.

M. **Gosselet** croit avec M. Judd que ces grès rouges, et schistes argileux appartiennent réellement au trias.

M. **Achille Six** trouve également la plus grande ressemblance entre les couches du fond du sondage et les grès triasiques du Luxembourg.

M. **Ch. Barrois** partage également les vues précédentes sur l'âge triasique de ces couches, malgré certaines analogies superficielles de ces roches avec le Gédinnien des Ardennes, et leur différence avec les poudingues triasiques du Pas-de-Calais. Il insiste en outre sur l'importance théorique des remarques de M. Judd sur le Crétacé de Londres : la constance de son épaisseur, l'existence des zônes paléontologiques, et même les bancs limites, dans ces parties les plus profondes du bassin de Londres, sont de nouveaux arguments contre la théorie abyssale de la craie, qui n'a donc pu se former à des profondeurs comparables à celles des grands fonds de l'Atlantique.

Séance du 5 Mars 1884.

M. **Charles Barrois** fait la communication suivante :

Sur une nouvelle roche à glaucophane de l'île de Groix,
par M. **A. von Lasaulx.**

Pendant que je lisais (1) il y a quelques mois devant la Société, une note sur les schistes métamorphiques de l'Ile de Groix, M. le professeur von Lasaulx faisait une communica-

(1) Voyez ce même volume, p 18, séance du 28 Novembre.

tion sur le même sujet à la Société des sciences naturelles de Bonn ([1]), d'après des échantillons donnés par M. le comte de Limur.

Nos notes indépendantes font donc en grande partie double emploi ; il est toutefois intéressant de noter l'accord général des résultats auxquels nous sommes arrivés, preuve de la précision des méthodes actuellement employées par les lithologistes. Les minéraux signalés à Groix par M. von Lasaulx sont : glaucophane, tourmaline, grenat, muscovite, sismondine, épidote, rutile, sphène, fer titané, fer magnétique, pyrite, quarz, chlorite, albite.

Toutes ces espèces sont également décrites dans mon mémoire, et à peu près de la même façon : j'ai insisté davantage toutefois sur la sismondine, que je rapporte au chloritoïde ; M. von Lasaulx, par contre, a étudié d'une façon plus complète la glaucophane, le rutile, la tourmaline et le mica.

La ressemblance de ces roches de Groix avec celles de Syra a frappé M. von Lasaulx aussi bien que moi; mais nous sommes d'accord pour constater à Groix l'absence de l'omphazite et de la zoïsite, si répandues à Syra. Ni l'un ni l'autre nous n'avons reconnu la présence à Groix de spinelle, staurotide, andalousite, pyroxène, cités par divers auteurs : il est donc probable que ces espèces minérales font en réalité défaut dans l'île.

Il sera intéressant pour les lecteurs français de trouver ici les excellentes observations de M. von Lasaulx : j'insisterai naturellement sur celles qui viennent compléter ma note sur ce sujet.

Glaucophane : L'angle du prisme de 124° donné par moi, est de 124°,45' pour M. von Lasaulx. Pour lui le plan

(1) *A. von Lasaulx* : Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn, 3 Dezember 1883.

des axes optiques est dans g^1 ; l'angle 2E rouge = 44° ; la bissectrice aïgue, négative, est à 4° de la normale à h^1. En étudiant la glaucophane de Groix et de Versoix, en cristaux microscopiques, nous avions crû reconnaître, M. Michel Lévy et moi, que le plan des axes optiques était transversal, mais un nouvel examen nous a convaincus que c'est la bissectrice obtuse positive et non l'axe d'élasticité moyenne qui se confond à 4° près avec l'arète d'allongement h^1 g^1 ; il faut donc remplacer dans ma description (*page* 49) β par γ, et réciproquement. En effet toutes les sections allongées se montrent bien constamment positives suivant leur longueur. Le poids spécifique de la glaucophane de Groix est de 3,112.

Analyse chimique de la glaucophane de Groix :

SiO^2	57.13
Al^3O^3	12.68
(FeO) Fe^2O^3 . .	8.01
MgO	11.12
CaO	3.34
Na^2O	7.39
K^2O	traces
Total. .	99.67

Tourmaline : M. von Lasaulx a eu entre les mains de magnifiques échantillons de tourmaline, qu'il m'a communiqués avec une extrême obligeance; ils sont remarquables par l'abondance et la beauté des inclusions de rutile, dont ils sont remplis. Ces microlithes de rutile sont surtout réunis au centre des cristaux de tourmaline, qui contiennent en outre en inclusions glaucophane et épidote. M. von Lasaulx a pu reconnaître sur ses cristaux les faces $\bar{\infty}$P2, R, — 2R, et plus rarement ∞R; il a trouvé les valeurs angulaires suivantes ∞P2 : R = 113° 31'; ∞P2 : — 2R = 128°25'. Elle est très dichroïque, l'axe α coïncidant

avec l'allongement est gris-vert-noirâtre, les rayons vibrant suivant γ transversal donnent un gris rouge de cinabre.

Muscovite : Le mica blanc appartient à deux espèces; la première représentée par des paillettes blanches, a deux axes optiques écartés de 60°, r. rouge ; la bissectrice obtuse est inclinée de 3° à 4° sur la perpendiculaire à la base. L'attaque de ce mica par l'acide hydrofluosilicique a donné naissance aux petits cristaux prismatiques hexagonaux, caractéristiques des hydrofluosilicates de soude. Cette espèce est par suite rapportée à la paragonite. La seconde espèce de mica, est d'un blanc verdâtre, l'angle de ses axes optiques est de 55° dans l'air, la bissectrice est presque normale à la base : elle est rapportée à la fuchsite.

Rutile : On doit déjà à M. von Lasaulx (1) un remarquable travail sur les gros cristaux de rutile du Morbihan. Dans les roches à glaucophane, le rutile est à l'état de microlithes simples ou maclés, parfois entourés d'une auréole de fer titané. Ces microlithes sont très nombreux dans la roche, et leurs macles très variées : faces d'assemblage 3 P∞, les deux individus très raccourcis font entre eux un angle de 54°44'. Le développement des faces P∞ donne une forme presque rhombique à cette macle, qui présente d'un côté le même angle de 54°44', mais de 75°26' de l'autre. Des prismes simples présentent à leur intérieur des lamelles inclinées à 55° sur l'axe vertical. Il y a en outre des macles géniculées, suivant P∞, formant entre elles un angle de 114°25'. Parfois des macles cordiformes montrent à leur intérieur des lamelles maclées formant entre elles l'angle de 114°. Plusieurs macles cordiformes se maclent parfois entre elles, donnant naissance à des rosettes, des étoiles variées, selon qu'elles

(1) Ueber Mikrostructur, optisches Verhalten und Umwandlung des Rutil in Titaneisen, Zeits. für Krystallographie, VIII, I, Leipzig, 1883, p. 54.

s'assemblent suivant cette même loi ou suivant la loi de la macle géniculée.

Les roches qui contiennent tous ces intéressants minéraux sont désignées par M. von Lasaulx sous le nom de roches à glaucophane (Glaucophangesteine); comme nous, il en distingue, au point de vue systématique, deux variétés distinctes, celles qui sont grenatifères, et celles qui sont dépourvues de grenat. Ces roches de Groix ont trop de relations minéralogiques et stratigraphiques avec les éklogites de la Loire-Inférieure, pour que nous n'attirions pas ici aussi en passant, l'attention des géologues bretons, sur un mémoire de M. Paul Lohmann (1), qui vient de paraître en Allemagne, sur des éklogites de Maine-et-Loire et de Loire-Inférieure.

Géologie et paléontologie du **désert lybien,** *par M.* **Karl Zittel.**

Depuis la célèbre description française de l'Egypte faite en 1813, de nombreux mémoires scientifiques ont paru sur ces régions fameuses. Aucun n'est plus intéressant, pour les géologues, que le grand ouvrage que vient de publier M. Zittel avec la collaboration de divers spécialistes (2), sur le Désert lybien. Ce travail emprunte de plus un intérêt tout spécial pour le public français, à ce que cette partie peu connue du Sahara, est comprise entre deux régions étudiées récemment par de nombreux savants français ; à l'est, se trouvent la Palestine, l'Idumée, illustrées par les travaux de M. Lartet; à l'ouest

---

(1) *Paul Lohmann* : Neue Beitraege zur Kenntniss des Eklogits, Neues Jahrb. für Miner., 1884, p. 102-105.

(2) *Karl A. Zittel :* Beitraege zur Geologie und Palaeontologie der Lybischen Wüste und der angrenzenden Gebiete von Aegypten, avec la collaboration pour la partie paléontologique de MM. Schenk, Th. Fuchs, Mayer-Eymar, C. Schwager, de la Harpe, E. Pratz, de Loriol ; à Cassel, chez Theodor Fischer, 1883, avec 1 carte et 36 planches.

se trouvent les déserts du sud de la Tunisie, de l'Algérie, connus par les travaux de MM. Bourguignat, Cotteau, Coquand, Dru, Gauthier, Le Mesle, Marès, Péron, Pomel, Rolland, Roudaire, Ville, et nombre d'autres.

Le voyage du professeur Zittel eut lieu pendant l'hiver 1873-74, lors de l'expédition faite par M. Gérard Rohlfs dans le Désert, sous les auspices du khédive Ismail. Ce sont les parties orientales du Désert lybien, à l'ouest du Nil, et le Désert arabique entre le Nil et la Mer Rouge, c'est-à-dire les régions des grandes dunes de sable, qui furent explorées par M. Zittel. A l'ouest de l'oasis Farafrah, commence l'immense mer de sable, aux contours inconnus vers le sud-ouest, et qui s'avance grain à grain vers l'est. Au delà du Nil, les mêmes vents se font sentir dans le désert arabique; mais faute de matières transportées, ils se bornent à faire de ce pays un désert de pierres, en enlevant pour le jeter à la Mer Rouge, le sable provenant de la désagrégation des grès.

Les dunes de sable jaune du désert Lybien atteignent 100 mètres d'altitude; elles sont très mobiles, leur marche variant suivant les saisons, mais l'ensemble des vents dominants donne cependant une direction générale de transport aux sables, et détermine la marche de ces dunes vers le sud-est. Cette marche toutefois est extrêmement lente.

Le Sahara contrairement aux idées reçues est généralement rocheux et parfois accidenté ; sa surface généralement plane, s'élève dans ses parties centrales jusqu'à 3-400 mètres au-dessus du niveau de la mer; elle s'abaisse au contraire sur tout son pourtour, notamment au nord, où des dépressions se trouvent même à un niveau inférieur à celui de la mer. Les différents types de déserts du Sahara, ont été bien décrits par Desor : les plateaux rocheux (hamada) sans terre végétale, sans eau, s'étendant sur des espaces immenses, représentent le vrai désert. Ces plateaux sont parfois entrecoupés par des entailles plus ou moins profondes, plus ou moins

larges, formant des *Erosions-Wüste*. Les Hamada sont alors terminées par des escarpements abrupts, au profil accentué, formant des rides ou djebel. Les déserts de sable (areg) sont des dunes superficielles. Il y a enfin lieu de distinguer aussi les parties montagneuses du désert.

La sécheresse actuelle du Sahara est due à l'alisé qui le parcourt, vent qui doit sa sécheresse aux immenses étendues continentales qu'il traverse. Il en était autrement aux temps quaternaires, pendant lesquels se sont formées les importantes accumulations superficielles de ces régions : ces formations indiquent un climat absolument opposé à celui de l'époque actuelle, et qu'on ne peut comparer qu'à celui des régions tropicales, à cause des chûtes torrentielles d'eau dont il nécessitait la production, pour expliquer l'entraînement et la dispersion immense des détritus. M. Zittel croit avec M. Pomel que le Sahara n'a point été une mer aux temps quaternaires: les immenses détritus qui le recouvrent ont tous les caractères des dépôts d'atterrissements continentaux et n'ont rien de ce qui caractérise les sédiments marins.

Au point de vue géologique, le Sahara présente une structure d'une remarquable simplicité : il est formé par des terrains sédimentaires, en strates régulières, dont rien n'est venu déranger l'horizontalité, ni failles, ni bouleversements d'aucune sorte. L'Atlas d'une part, le Ahaggar de l'autre, forment deux crêtes montagneuses, où affleurent des terrains anciens redressés (Primitif, Dévonien) ; entre elles s'étend du Maroc à la Tripolitaine, une vaste nappe de terrain crétacé, peu dérangé, et recouvert seulement par les formations superficielles.

Les terrains permien, triasique, jurassique, néocomien, n'ont encore été reconnus ni dans le Sahara, ni en Egypte : ces pays ont donc été pendant de longues périodes des régions continentales.

Les formations tertiaires marines sont limitées au nord

des Chotts tunisiens, puis se retrouvent avec un magnifique développement dans les Déserts lybien et arabique. Le miocène y descend jusqu'à la latitude du Caire, le nummulitique forme la vallée du Nil du Caire à Esneh. A la fin de l'époque tertiaire il y eut, notamment dans la Tripolitaine, des éruptions volcaniques (basaltes, phonolithes, trachytes) elles ne correspondent à aucun grand mouvement du sol.

Système crétacé.

Les travaux de M. Zittel d'après M. Rolland, projettent le plus grand jour sur l'extension en Egypte de la craie moyenne et de la craie supérieure d'Algérie.

On savait l'énorme extension du terrain crétacé au nord de l'Afrique, où les calcaires durs de cet âge forment des plateaux nus, les plus stériles et les plus désolés des déserts. Les terrains crétacés de l'Algérie se prolongent à l'ouest, dans le Maroc, et sans doute jusqu'à l'Atlantique d'après M. Pomel; à l'est, ils se suivent en Tunisie, à travers la Tripolitaine orientale, et le Désert de Lybie, jusque dans l'Arabie-Pétrée, la Palestine et la Syrie, d'après M. Lartet.

Les étages moyen et supérieur du système crétacé se retrouvent tout le long de la Méditerranée, à travers le continent africain, de l'Atlantique à la Sicile. Le faciès propre et uniforme de leurs faunes prouve bien qu'on est en présence d'un ensemble de sédiments déposés dans un bassin distinct. C'est ce faciès que MM. Cotteau, Péron et Gauthier ont appelé *méditerranéen*, et que M. Zittel propose d'appeler *africano-syrien*, depuis la découverte faite précisément par MM. Cotteau, Péron et Gauthier, de deux faciès distincts dans le Cénomanien d'Algérie. Au nord de l'Atlas en effet, le faciès est européen; au sud il est différent, et présente une foule d'oursins, d'huîtres, propres à la zône saharienne: cette faune cénomanienne a été retrouvée par M. Zittel sur les bords de la Mer Rouge à St-Antoine et à St-Paul.

Le Cénomanien serait limité ici au désert Arabique, et ferait

défaut dans le désert Lybien, où le système crétacé couvre pourtant de si grandes étendues. L'immense espace qui s'étend de l'oasis Chargeh à l'oasis Farafrah, serait constitué uniquement par du terrain crétacé supérieur. Il y présente les divisions suivantes, de haut en bas :

Craie blanche de Bâb-el-Jasmund à Ananchytes ovata,
Argile feuilletée, gris-verdâtre, à Nautilus danicus,
Etage à Exogyra Overwegi,
Grès nubien, à bois silicifiés (Nicolia, Araucarioxylon).

Les trois premières divisions appartiennent à l'étage danien, le grès nubien représente l'étage sénonien, et ainsi se trouve fixé l'âge des bois silicifiés de Lybie et de Nubie.

La zone supérieure du calcaire blanc de Bâb-el-Jasmund, mérite une mention toute spéciale par sa ressemblance avec la craie du Nord de l'Europe : il y a identité chimique, physique et paléontologique entre ces roches. La craie de Bâb-el-Jasmund est formée de *Textularia*, *Cristellaria*, *Rotalia*, et contient comme coquilles abondantes : *Gryphaea cf. vesicularis*, *Terebratules lisses*, *Terebratulines*, *Ananchytes ovata*, *Micraster*, etc.

Système tertiaire.

Dans le Désert Lybien, il n'y a pas de limite tranchée entre le Tertiaire et le Crétacé : les sédiments calcaires de l'Eocène paraissent succéder d'une façon continue aux dépôts du Crétacé, ils forment une même masse de sédiments marins. A peine un changement dans la nature des sédiments aide-t-il à trouver parfois la limite des deux formations ; il n'y a eu aucun accident entre elles. La paléontologie seule permet de reconnaitre la limite entre les deux terrains ; il n'y a pas eu de mélange entre les faunes, qui sont nettement distinctes. L'abondance des Operculines, Alvéolines, Nummulites, indique de suite au stratigraphe qu'il est arrivé sur un terrain distinct du Crétacé.

Le terrain tertiaire constitue le vaste plateau qui forme la majeure partie de l'Egypte et le Désert Libyen, et au milieu duquel le Nil a tracé son cours. Il commence à l'ouest par une ligne de crêtes qui longe les oasis Chargeh, Farâfrah, etc.; au N. il va de la Méditerranée au delta du Nil, à l'est jusque près de la mer rouge, au S. jusqu'à Assuân. Cette immense étendue est occupée presque uniquement par les sédiments éocènes, et le miocène ne forme que des lambeaux relativement restreints, au N. de ce plateau calcaire.

Eocène : Le tableau suivant indiquera d'une façon sommaire la succession des couches de l'éocène du Désert Libyen et de l'Egypte, ainsi que leurs relations avec les divisions classiques du bassin anglo-parisien, telles qu'elles sont données par M. Hébert :

BASSIN DE PARIS.	EGYPTE ET DÉSERT LYBIEN.
Gypse à *Palœotherium*.	Couches de Birket-el-Qurùn?
Calcaire de St-Ouen, Sables de Beauchamp.	Couches de Siuah à *Nummulites Fichteli, N. intermedia, N. Rütimeyeri, Orbitoïdes papyracea*.
Calcaire grossier supérieur, Calcaire grossier inférieur.	Etage de Mokattam à *Nummulites Gizehensis, N. curvispira, N. discorbina*.
Sables de Cuise, Sables de Sinceny.	Etage Libyen supérieur, couches à Callianasses de Siut, Minieh. Calcaire à alvéolines.
Argile plastique, lignites, sables de Bracheux, Rilly, etc.	Etage Libyen inférieur, calcaire crayeux blanc et marne à *Operculina libyca, Lucina thebaica, Nautilus Forbesi, Hemiaster Schweinfurthi, Graphularia desertorum*, etc.

Ce tableau étend beaucoup et précise nettement les données que nous devions déjà à MM. Cailliaud, d'Archiac, Vaillant, Delanoue, sur le tertiaire de l'Egypte. L'étage Libyen, de beaucoup le plus important, a une épaisseur totale de 500 m.; les fossiles les plus connus de sa division inférieure sont en outre de ceux que nous avons cité : *Nummulites Biarritzensis*, var. *præcursor*, *N. Guettardi*, var. *antiqua*, *N. Ramondi*, *Chama calcarata*, *Cyprina scutellaria*, *Corbula rugosa*, *Calyptræa trochiformis*, *Natica cepacea*, *Cypræa oviformis*, *Voluta cithara*, *Aturia ziczac*. On trouve dans la division supérieure : *Alveolina oblonga*, *Nummulites variolaria*, *Ostrea cymbula*, *Cardium obliquum*, *Rostellaria fissurella*, etc. Les montagnes de Mokattam, près du Caire, qui ont donné leur nom à une zone de l'Eocène, sont également remplies de fossiles, dont l'étude a été faite par M. Mayer.

Miocène : Le Miocène affleure au nord du Désert Libyen dans l'oasis Siuah, ainsi qu'en Egypte, entre le Caire et Suez. Les beaux fossiles de ces calcaires ont été étudiés par M. Th. Fuchs, pour qui ces faunes de Siuah et du Gebel Geneffeh constituent un horizon spécial, correspondant à des couches déterminées du bassin de Vienne. Au S. de l'oasis Siuah, en plein désert, M. Zittel a trouvé au-dessus de ce Miocène marin, des calcaires miocènes lacustres à Planorbes, Limnées, Physes, alternant avec des grès. C'est à ce niveau supérieur du Miocène, qu'il rattache la forêt pétrifiée du Caire à *Nicolia*.

M. Zittel termine cet important mémoire par d'intéressantes considérations sur les formations superficielles. Notons qu'à l'époque diluvienne le Nil se jetait dans la mer Rouge, au lieu d'arriver à la Méditerranée ; et que le chêne (*Quercus ilex*) florissait à cette époque dans le pays.

Paléontologie.

Les bois silicifiés recueillis pendant l'expédition ont été étudiés par M. A. Schenk, et leur structure anatomique figurée en 5 planches. Les espèces les plus communes sont *Nicolia*

aegyptiaca, *Araucarioxylon ægyptiacum* : il est singulier que ces mêmes espèces se trouvent à la fois dans le Crétacé du Désert, et dans le Miocène du Caire. M. Schenk croit qu'elles appartiennent toutes à l'époque crétacée. Les familles dont la présence a été constatée par M. Schenk sont celles des Laurinées, Capparidées, Sterculiacées, Celastrinées, Mimosées, Artocarpées, Ebénacées ; toutes ces familles sont encore représentées de nos jours par des espèces arborescentes, dans d'autres régions de l'Afrique. Il y a une exception pour l'Araucarioxylon, car il n'y a plus en Afrique de conifère dont la tige présente la même structure.

La *faune miocène* a été étudiée d'une façon approfondie par M. Th. Fuchs, qui lui a consacré 16 belles planches in-4°.

Les *Foraminifères* ont fourni à M. Conrad Schwager le sujet de 6 planches intéressantes ; il en énumère 99 formes différentes, dont il indique la répartition stratigraphique dans les étages éocènes. Le gisement le plus riche est celui de El-Guss-Abu-Said à la base de l'étage Libyen ; les Globigérines si abondantes dans le crétacé deviennent subitement rares à ce niveau. Toutes ces formes de foraminifères présentent tant de variabilité, qu'il est toujours très difficile de reconnaître un type autour duquel on puisse grouper les diverses variétés. On reconnaît également que certaines variétés se différencient avec le temps, et deviennent ainsi graduellement des formes distinctes ; c'est de cette façon que la *Discorbina præcursoria* passe au *D. multifaria*. Les lits à operculines sont généralement très pauvres en autres formes; plus haut dans la série, les alvéolines prennent la place des operculines, elles sont souvent associées à des miliolides. Dans les lits à alvéolines, les rotalides et les lagenides sont en pleine décroissance. Plus haut encore dans la série Libyenne, commence le règne des alvéolines allongées, les miliolides deviennent des formes dominantes ; à ce niveau chaque gisement présente des variétés propres d'alvéolines. La dis-

parition des alvéolines coïncide avec la fin de l'étage Libyen; dans l'étage de Mokattam, se produit l'envahissement des grandes nummulites; les lagénides et les rotalides abondent. Dans le miocène de Siuah reparaissent de nouvelles formes d'alvéolines, voisines de celles du Bassin de Vienne.

Les *Nummulites* ont été l'objet d'une monographie de Philippe de la Harpe; les formes de nummulites et d'assilines reconnues s'élèvent à 25, parmi lesquelles il y aurait 17 à 19 espèces distinctes, et 6 à 8 n'étant que des races spéciales. Deux espèces *N. Gizehensis*, *N. perforata*, présentent une extrême variabilité. Les nummulites d'Egypte rentrent assez difficilement dans nos classifications modernes; les espèces granuleuses (*N. perforata, N. Lucasana*) étant souvent lisses, et les espèces lisses (*N. Gizehensis, N. intermedia*) étant souvent granulées. Les subdivisions actuellement admises du genre *Nummulites* sont donc artificielles et insuffisantes, bien qu'utiles dans la pratique. Il paraît également plus difficile de donner une bonne classification stratigraphique des Nummulites, en Egypte qu'en Europe; on reconnaît toutefois que *N. perforata*, *N. Lucasana*, avec les assilines, occupent un horizon inférieur de l'éocène; tandis que *N. intermedia*, *N. Fichteli*, sont à son sommet. Immédiatement sous ces dernières se trouve en Egypte le gisement de *N. Gizehensis*, *N. curvispira*; les espèces lenticulaires striées, de la série *Biarritzensis-variolaria* se continuent en Egypte pendant toute la durée de l'éocène.

Les *coralliaires* éocènes ont été l'objet d'un bon mémoire de M. Edouard Pratz; il est remarquable de trouver si peu de différence entre la faune coralliaire du crétacé supérieur et de l'éocène inférieur, car le crétacé supérieur du Désert contient déjà en abondance des formes simples des familles tertiaires des Eupsammides et des Turbinolides.

Les *Echinides* sont décrits par M. de Loriol, dont les travaux sur l'éocène d'Egypte sont connus; le nombre des

formes qu'il a pu distinguer dans l'éocène de ce pays s'élève actuellement à 61. Remarquons la présence des genres éocènes *Rhabdocidaris*, *Echinopsis*, *Clypeaster*, *Echinanthus*, qui n'avaient pas encore été signalés en Egypte, ainsi que celle de *Palæostoma* qu'on ne connaissait pas encore à l'état fossile. Cet ensemble dont nous devons la connaissance aux recherches de M. de Loriol est si complet, que cette faune éocène de l'Egypte vient se ranger par sa richesse en formes spécifiques parmi les faunes éocènes les plus complètes de l'Europe. Au point de vue stratigraphique, 29 formes appartiennent à l'étage Libyen, 38 à l'étage de Mokattam, 11 sont communes à ces deux étages. L'étage de Mokattam contient les Echinides de l'éocène du Vicentin (San Giovanni Illarione).

Ce mémoire de M. de Loriol commence le tome II de l'ouvrage; ce volume encore incomplet, contiendra la description des nombreux fossiles crétacés recueillis par l'expédition Rohlfs dans le Désert Lybien; on doit donc s'attendre de la part de M. Zittel à de nouvelles découvertes dans cette région des Déserts.

M. Achille Six fait les communications suivantes :

L'évolution des **Céphalopodes,**
d'après le professeur **Alpheus Hyatt,**
par M. **Achille Six.**

La plus grande opposition scientifique qu'ait rencontrée la théorie de l'évolution, telle que l'avaient établie Lamarck et surtout Darwin, lui est venue sans contredit des géologues et des paléontologistes. Cette théorie avait évidemment besoin du contrôle de la science des êtres anciens et les données fournies par les fossiles semblaient en contradiction flagrante avec elle. Il suffit de lire les travaux de Barrande pour voir cette continuité d'attaques contre la théorie naissante; les objections apportées par le grand paléontologiste étaient si

sérieuses que tous les auteurs qui ont écrit sur le monde passé durent en tenir grand compte et s'abstenir tout au moins de se prononcer sur l'une des deux théories de la fixité de l'espèce ou de l'évolution. On se mit à l'œuvre pour étudier de plus près les documents recueillis et ce fut particulièrement vers la classe d'animaux par le développement de laquelle Barrande combattait le transformisme, que se tournèrent les efforts des jeunes partisans de la nouvelle théorie. Les Céphalopodes fossiles furent disséqués, pour ainsi dire; on suivit leur développement sur leurs coquilles, on réforma leur classification, on écrivit de nombreux ouvrages sur leurs affinités. Cette classe était particulièrement bien choisie pour l'étude des problèmes si complexes de la biologie et des lois de l'évolution des formes dans le temps, tant à cause de l'abondance et de la bonne conservation des individus que par certaines particularités de leur structure. En effet, dans deux des quatre ordres qu'on peut distinguer dans cette classe, les Nautiles et les Ammonites, l'animal était protégé par une coquille construite de façon à conserver tous les stades de développement depuis l'embryon jusqu'à l'adulte; lorsqu'elle a dépassé un certain âge, cette coquille montre une série de transformations rétrogrades qui la font repasser successivement et en sens inverse par les stades déjà parcourus. De plus, on peut reconnaître sur ces seuls restes solides que peut nous conserver le temps, les traces des modifications principales qui ont affecté le corps mou de l'animal même, de sorte que les différences de structure de la coquille, de forme des ouvertures, des appendices, des cloisons, etc., deviennent non seulement de bons caractères de classification artificielle, mais aussi de fidèles traductions des relations de parenté, ayant la valeur de celles que fournit l'anatomie comparée des êtres vivants. Dans le troisième ordre, les Bélemnites, la coquille, devenue interne, perd beaucoup de sa valeur au point de vue biologique et devient beaucoup moins instructive

que celle des deux premiers ordres. Enfin, dans le quatrième ordre, celui des Seiches, elle est très réduite, fréquemment absente, et son importance au point de vue embryogénique est presque nulle. Nous ne citerons pas les nombreux auteurs qui ont amassé le riche trésor de connaissances que la science possède à l'heure qu'il est sur ces fossiles, nous nous contenterons de dire que tous les plus grands paléontologistes de notre époque y ont apporté leur obole. Tout dernièrement, l'un d'eux, le professessur Alpheus Hyatt, exposa, dans un article (1) paru dans deux numéros successifs du nouveau journal *Science* de Cambridge, Mass., ses idées sur l'évolution des Céphalopodes. L'occasion de rencontrer un résumé des œuvres de longs travaux d'un savant écrit par lui-même est trop rare pour que nous la laissions échapper.

On sait que Richard Owen a divisé les Céphalopodes en *Tétrabranchiata* et *Dibranchiata*. Les *Tétrabranchiata*, dont le Nautile actuel est le seul représentant, sont tous pourvus d'une coquille externe ; les *Dibranchiata*, descendants des premiers, ont aussi une coquille qu'ils tendent à rendre interne ; ils l'enferment et la réduisent à tel point que presque toutes les formes appartenant à ce groupe semblent être des animaux nus ; telles sont actuellement les pieuvres et les seiches.

Tous les Céphalopodes sont des animaux aquatiques et marins, par conséquent respirant tous au moyen de branchies ; on a vu que c'est d'après la structure de ces organes qu'on les a divisés, mais les différences présentées sous ce rapport par les deux sous-classes sont dues à la diversité des habitats. Les Tétrabranchiata sont des animaux rampeurs, essentiellement littoraux, bien qu'ils possèdent aussi des organes disposés pour la natation. Pour nager, le Céphalopode remplit d'eau sa cavité palléale, puis, fermant toutes les ouvertures, il comprime l'espèce de sac ainsi formé, forçant

(1) *Science*, vol. III, nos 52 et 53, p. 122 et 145.

le liquide à s'échapper par un tube musculeux exclusivement employé à cet usage et situé sur le ventre de l'animal. La réaction produite par ce courant entraîne en arrière le corps de l'animal avec une rapidité d'autant plus grande que le courant est plus violent et par conséquent que le tube musculaire est plus développé et différencié. Ce tube ou entonnoir n'est pas entièrement clos chez le Nautile et en fait un nageur peu habile. Les Dibranches, qui s'éloignent davantage des rivages et dont quelques-uns sont des hôtes exclusifs de la haute mer, ont commencé par rendre interne la coquille qu'ils avaient héritée de leurs ancêtres, les Tétrabranches, et se sont appliqués à tirer parti de l'appareil hydraulique qu'ils leur doivent aussi; en accroissant son action, ils en ont fait un puissant locomoteur et c'est chez ces excellents nageurs qu'il faut aller chercher l'entonnoir le plus parfaitement clos et le mieux différencié.

Les traces de cet appareil natatoire nous sont conservées dans les fossiles. L'entonnoir du Nautile produit sur la coquille une dépression ou sinus qu'on doit rencontrer sur le bord externe ou ventral de l'ouverture. On peut en voir l'effet sur les stries d'accroissement qui marquent toute la longueur de la coquille. Ces indications des fossiles peuvent donc nous renseigner sur la taille de l'entonnoir, son degré de développement et nous avons ainsi quelque idée de la puissance natatoire et par suite des mœurs du mollusque étudié.

D'autre part, les Céphalopodes rampent en s'accrochant aux objets résistants par leurs bras garnis de ventouses, dont la contraction suffit à attirer le reste du corps; ces bras passent nécessairement par l'ouverture de la coquille, dont la forme ouverte ou contractée pourra dès lors fournir des indications précises sur le volume et le développement de ces organes : les ouvertures largement ouvertes seront les marques fossiles de puissants bras, les ouvertures étroites et



C.Rogghé. Lith del.

Lithog. Liégeois-Six, Lille.

contractées s'accorderont plutôt avec de petits bras montrant que les animaux qui habitaient ces coquilles étaient mal construits pour ramper.

L'étude des Tetrabranchiata a conduit le professeur Louis Agassiz à les diviser en deux ordres : les *Nautiloïdea* et les *Ammonoïdea*; cette division correspond à une différence d'habitat.

Les Nautiloïdea fossiles avaient de grands sinus ambulatoires, et par conséquent pouvaient, comme le Nautile moderne et même mieux que lui, nager à la surface des eaux avec les mouvements saccadés caractéristiques de la progression des Céphalopodes ; d'autre part, comme leurs ouvertures sont en général ouvertes, ils rampaient aussi bien sur le fond. On trouve évidemment des coquilles qui font exception à cette loi, des coquilles où les sinus ambulatoires sont fort réduits, où l'ouverture est contractée; mais ces particularités ne s'observent que sur l'adulte et non dans le jeune, sauf dans le cas d'héridité directe où on peût alors facilement retrouver les relations de parenté. Ces exceptions, du reste, ne font que confirmer la règle.

Les coquilles les plus simples des animaux appartenant à cet ordre, les Orthoceras, sont droites, coniques, divisées par des cloisons en chambres à air, toutes mises en rapport l'une avec l'autre par un tube allant s'ouvrir dans le corps de l'animal, qui n'occupe qu'une petite partie de la longueur de la coquille ; en se compliquant, la coquille se courbe ou s'arque (Cyrtoceras) ; la courbure se continue en spirale dans les gyrocères ; les tours de spire se touchent dans les nautiles, s'embrassent et se recouvrent plus ou moins complètement et le dernier tour finit même parfois par cacher entièrement les autres.

Les Ammonoïdea ont encore, dans leurs premières formes, les Goniatites, des sinus ambulatoires assez grands, mais

pourtant moins forts que chez les Nautiloïdea; néanmoins ces animaux avaient encore la facilité de s'élever et de s'avancer dans l'eau par élan, sinon de nager. Dans les dernières formes, les Ammonitinæ, le sinus ambulatoire a disparu; à sa place se sont développés autour de l'ouverture des becs saillants, des rostres qui indiquent une réduction dans la taille et l'emploi de l'entonnoir. Si nous considérons, d'autre part, que les coquilles de ces animaux ont des ouvertures en général largement ouvertes, nous nous convaincrons que les Ammonites proprement dites étaient beaucoup plus exclusivement rampantes que les Nautiloïdea. Les coquilles exceptionnelles de cet ordre sont très intéressantes à considérer; quelques-unes d'entre elles semblent, d'après l'absence du sinus et la forme de l'ouverture, n'avoir ni rampé, ni nagé, par conséquent étaient sédentaires ou ne pouvaient pas se déplacer facilement; ce sont des animaux vieillis ou malades. Cet ordre ne présente pas dans les formations paléozoïques l'extrême variété que nous connaissons aux Nautiloïdea. Les premières formes qu'on en trouve dans le silurien sont bien enroulées et même à tours embrassants.

Les Dibranchiata comprennent deux ordres : les Belemnoïdea et les Sepioïdea.

Les Belemnoïdea ou Belemnites ont un corps cylindrique solide, appelé rostre, attaché à la coquille conique par sa pointe et l'enfermant en partie. Si l'on recherche d'où peut provenir ce rostre, on peut voir dans l'Aulacoceras du trias un type de passage entre le véritable Orthocère et la vraie Bélemnite. Le rostre de l'Aulacoceras est imparfait et contient souvent d'autres coquilles et des matières étrangères; il a été évidemment construit dans un repli ou sac indépendant du manteau, qui est venu englober la coquille, tout en restant ouvert de manière à permettre l'introduction des matières étrangères qu'on y rencontre. Parmi les Nautiloïdea siluriens, d'autre part, il en est un, l'*Orthoceras truncatus*,

qui brise régulièrement le cône de sa coquille et répare ensuite le bout mutilé par un tampon que le professeur Hyatt assure être l'homologue précis en position et en structure du rostre de la Bélemnite. Barrande a supposé que ce tampon était sécrété par des organes externes, d'après lui, deux bras qui s'étendaient en arrière en partant de l'ouverture, comme ceux de l'Argonaute, et allaient jusqu'au sommet brisé de la coquille ; mais le repli dorsal [1] du Nautile est aussi un organe sécréteur s'étendant en arrière sur la coquille ; c'est là l'homologue probable de l'organe sécréteur du tampon de l'Orthocère et constructeur du rostre de la Bélemnite. Ce repli, très grand chez les anciens Orthoceras, était ouvert sur la face ventrale, puis il se ferma peu à peu, mais non complètement, chez l'Aulacoceras ; cette fermeture fut parfaite chez les dernières Bélemnites, constituant un faux manteau autour du vrai et sécrétant le rostre parfait que nous leur connaissons. Ce rostre a dû être un fardeau lourd et une production gênante pour un animal nageur, aussi, d'après le professeur Hyatt, les Belemnoïdea étaient-ils des animaux de fond, se creusant des abris dans la boue, soit pour se mettre en sûreté contre les attaques de leurs ennemis, soit, au contraire, pour se cacher afin de surprendre leur proie. Jadis on voyait dans cette production un organe de protection qui empêchait le corps mou de ces animaux de se meurtrir, lorsque, dans leurs impétueux élans de natation en arrière, ils allaient donner contre les rochers. Tout au plus pourrait-on accorder au rostre le rôle d'un organe de soutien, mais on comprend mal la façon dont il amortissait les chocs ; il

(1) Nous rappelons que, vu la position de l'animal dans sa coquille, le côté ventral est situé le plus loin du centre de la spire d'enroulement. Le repli dorsal est par conséquent un repli du manteau qui s'étale sur le côté ventral de la portion de coquille qui vient passer sous la dernière loge en se dirigeant vers le centre. Voir le frontispice du *Manuel de Conchyliologie* du Dr S. P. Woodward, trad fr., Paris, Savy, 1870, lettre *b*.

semble qu'en raison de sa position, de son poids et de sa nature solide et résistante, il eut dû au contraire augmenter les chances de dégat et d'endommagement des malheureux Céphalopodes dans le cas de ces collisions. En faisant descendre les Belemnoïdea des Orthoceras, le professeur A. Hyatt n'a fait que reprendre les travaux et développer les savantes déductions de Quenstedt et de von Jhering.

Les Sepioïdea actuelles, sont, on le sait, des animaux exclusivement nageurs; aussi leurs formes fossiles aussi bien que leurs représentants actuels, les Seiches, ne possèdent-elles qu'une coquille interne aplatie, sur laquelle on remarque l'inflexion en avant des stries d'accroissement sur la face dorsale. Ces contours des stries d'accroissement se retrouvent dans les Gonioceras, type silurien bien connu faisant partie des Nautiloïdea à coquille droite, indiquant une dépression correspondante dans l'ouverture de la coquille sur la face ventrale, et montrant une forme de passage à la coquille interne du *Paleoteuthis Dunensis* devonien et des formes plus récentes. Les cloisons des Gonioceras dessinent aussi des courbes semblables à celles que forment les couches de matière calcaire dans l'intérieur de l'os de la seiche, que M. Hyatt regarde comme les homologues avortés et rétrogrades des cloisons d'autres formes. Si, d'autre part, on constate que les Gonioceras se rattachent directement à une série de coquilles moins comprimées et droites d'Orthoceras, on se convaincra que les Sepioïdea dérivent sans aucun doute directement des Orthoceras.

Ce processus d'englobement et finalement de suppression insensible de la coquille avait déjà été déduit avec une admirable sagacité par Lankester, de ses études sur l'embryon du Loligo.

Les Dibranchiata nous offrent beaucoup de formes exceptionnelles, telles la Spirule parmi les Belemnoïdea, les Octopodes ou Poulpes parmi les Sepioïdea. Le professeur

Hyatt pense que ces exceptions ne font que confirmer la loi générale que l'action purement physique de l'habitat doit être regardée comme la cause efficiente et directe des changements de structure qui ont fait distinguer dans deux ordres différents des animaux très dissemblables au premier abord. L'Argonaute actuel ou Nautile papyracé nous donne un excellent exemple de cette influence des mœurs sur l'organisation d'un être vivant. Chez ce Céphalopode, on remarque, chez la femelle seulement, une mince coquille sécrétée par un coin du manteau et par deux paires de longs bras dorsaux. Par son caractère d'organe sexuel, développé à un stade avancé de la vie de l'individu et ne tirant pas son origine de la glande préconchylienne de l'embryon, par sa structure microscopique, elle se distingue de toutes les coquilles de Mollusques. Mais, par sa position et sa forme, parce qu'elle est formée en partie par le manteau, et aussi par ses fonctions, elle est l'homologue d'une vraie coquille et peut par conséquent servir à soutenir ou à réfuter l'hypothèse énoncée par l'auteur, c'est-à-dire que, puisqu'elle appartient à un animal nageur, elle doit avoir le sinus ambulatoire, l'ouverture, les stries d'accroissement des Nautiloïdea ; c'est ce que l'on vérifie.

Ainsi, pour résumer, la coquille peut nous donner des renseignements précis sur la structure anatomique, le genre de vie et l'habitat des Céphalopodes dont nous n'avons plus les parties molles, et par conséquent, comme cas particulier très important, des Céphalopodes fossiles. Si maintenant nous voulons établir un arbre généalogique de ces animaux, nous pouvons nous rappeler que les efforts de l'Orthoceras pour s'adapter entièrement aux exigences d'un habitat mixte, c'est-à-dire pour réunir les meilleures conditions comme nageur et comme rampeur, ont donné au monde les Nautiloïdea ; les efforts de l'Orthoceras pour devenir un animal rampeur littoral ont développé les Ammonoïdea ; de la

même souche et par un mode de développement différent, mais parallèle, dérivèrent d'une part, les Belemnoïdea, adaptées au rôle de nageurs de fond, d'autre part les Sepioïdea, qui réalisent les types les plus parfaits de nageurs à la surface et de haute mer.

Il ne serait pas sérieux de s'imaginer que ces changements sont les résultats d'efforts intelligents de la part de ces animaux ; ils ont été déterminés par les exigences physiques de l'habitat, ce que l'on comprendra facilement si, avec le professeur Dohrn, on admet que les organes ont des fonctions latentes qui n'attendent qu'un changement d'habitude pour se développer et prédominer sur les anciennes fonctions, par suite apporter un changement complet dans la structure des organes eux-mêmes.

D'après le professeur Hyatt, tous les Céphalopodes auraient donc une origine commune et dériveraient en éventail de la même souche orthocère. Examinons avec lui la solution de ce problème dans les deux ordres les plus favorables à l'étude, tant à cause de l'abondance des matériaux que par la facilité relative d'observation, les Nautiloïdea et les Ammonoïdea. On sait, par Hyatt et Branco, que l'embryon de tous les Ammonoïdea était renfermé dans une petite coquille en forme de sac, découverte par Saemann et appelée protoconque par le professeur Owen ; elle est attachée à la pointe de la véritable coquille, ou coquille secondaire, autrement dite conque. Saemann le premier, puis Barrande et enfin Hyatt et Branco ont montré que cette protoconque, ce sac embryonnaire, comme on pourrait l'appeler, n'existe pas chez les Nautiloïdea, mais qu'à l'endroit où on devrait la trouver, on voyait, comme Barrande l'avait constaté le premier, une cicatrice. Le professeur Hyatt émit l'idée, bien naturelle d'ailleurs, que cette cicatrice était la preuve de l'existence primitive d'une protoconque, mais Barrande, Branco et plusieurs autres auteurs admirent que la cicatrice

montrait, au contraire, que la forme embryonnaire des Nautiloïdea avait été différente de celles des Ammonoïdea; par suite, Barrande prétendait que les deux ordres avaient eu une origine distincte. Le professeur Hyatt répond aujourd'hui victorieusement à ses contradicteurs en trouvant tout simplement la protoconque dans plusieurs espèces d'Orthocères et en annonçant en outre qu'on la trouvera sans doute à la pointe des coquilles sans cicatrices et dites à cause de cela parfaites, découvertes par M. de Koninck, qui, dans la Faune du calcaire carbonifère de Belgique parue dans les *Annales du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique*, fait ce raisonnement, très logique du reste, que, si ces coquilles n'ont pas de cicatrice, c'est qu'elles n'ont pas eu de protoconque Mais, d'après le professeur Hyatt, si l'on venait à briser la pointe prétendue parfaite de ces coquilles, on trouverait probablement qu'elle n'est formée que des restes ratatinés d'une protoconque sous lesquels on retrouverait la cicatrice. Il est du reste très probable, ajoute l'auteur, que toutes les formes protégées par des coquilles et ayant possédé une protoconque, c'est à-dire les Gastéropodes, les Tentaculites et les anciens Ptéropodes (Conulaires, etc.), ainsi que toutes les formes souches des Céphalopodes, ont eu une origine commune dans une forme dépourvue de chambres et de cloisons, analogue à la protoconque. Von Jhering a déjà désigné ce prototype comme étant probablement le Tentaculites. Nous ne connaissons pas de forme correspondant exactement à la protoconque, mais il est certain que celle qui s'en rapproche plus que n'importe quelle autre forme fossile connue est bien le tentaculite.

Le groupe d'Ammonoïdea le plus simple et le plus ancien est celui des Goniatites Nautilini; Barrande a montré que les jeunes individus ont dans deux espèces de ce groupe une pointe droite, semblables à la coquille adulte de l'Orthoceras, souche des Nautiloïdea. Le lobe annulaire, en forme de V, que l'on

rencontre chez tous les Ammonoïdea, sauf chez les Nautilini, manque aussi dans *Goniatites compressus* Beyrich du devonien ; de plus, les septa n'ont pas de lobe interne ; mais ce qu'il y a surtout de remarquable, c'est que cette coquille a les sutures des vrais Nautiloïdea, puisqu'elle possède une selle dorsale, au lieu du lobe dorsal qu'on rencontre dans les sutures de ses plus proches parents, les Nautilini et dans celles de toutes les autres Ammonoïdea. *Goniatites ambigena* Beyrich du silurien, est un très proche parent de l'espèce devonienne et ces deux espèces sont les seuls Ammonoïdea qui n'affectent pas une forme vraiment nautilienne : leurs tours sont au contact, mais ne s'enveloppent pas et il n'y a pas de zône aplatie montrant tendance à l'embrassement des tours, ni de lobes suturaux sur le dos ; ce sont des formes purement gyrocériennes, à dos arrondi et selles suturales remplaçant les lobes. *Goniatites compressus* et tous les Nautilini ont aussi les cloisons concaves des Nautiloïdea, les septa des autres Ammonoïdea étant convexes. Peut-être dira-t-on qu'alors *Goniatites compressus* n'est pas de l'ordre des Ammonoïdea? Le professeur Hyatt engage celui qui aurait ce doute à comparer cette coquille à celle du jeune de *Goniatites fecundus* Barr., qui en est une copie-miniature faite par hérédité et qui appartient certes bien aux Ammonoïdea. A ces formes enroulées correspond aussi une forme droite, Bactrites, semblable aux Goniatites par des caractères très importants, entre autres par la position du siphon et la forme des cloisons. Ce genre renferme des cônes droits, tels que *Orthoceras pleurotomum* Barr., qui sont des transitions indéniables avec les vrais Orthocères par les stries d'accroissement et la position du siphon.

En résumé, les Ammonoïdea dérivent de l'arbre orthocère et passent par une série de formes analogues et parallèles à celles des Nautiloïdea, c'est-à-dire droites, arquées, gyrocériennes et nautiliennes ; cette transformation s'opère dans le

Cambrien et même à un temps qui a précédé cette époque. Après les recherches d'Emmons et de Marcou en Amérique, la découverte de plus de dix mille pieds de roches stratifiées sous le Cambrien faite par le *Geological survey des Etats-Unis*, les résultats des études de Bigsby sur l'ensemble des faunes silurienne et devonienne, il est difficile, en effet, de ne pas admettre pour la vie l'existence d'une période prépaléozoïque, en dépit de l'opposition et des recherches étendues de Barrande. En somme, Ammonoïdea et Nautiloïdea ont une origine commune.

Les recherches d'embryogénie ont montré avec des preuves surabondantes que la suite des formes que présente successivement un organisme vivant, qui évolue depuis l'état d'œuf jusqu'à l'âge adulte, est la représentation rapide et fidèle, quoique parfois incomplète et condensée, de la suite des formes que leurs ancêtres ont présentées depuis l'origine du groupe jusqu'au moment où nous l'observons ; ce qui peut se traduire ainsi : le développement de l'individu est une répétition du développement de l'espèce, ou, pour nous servir des expressions de Haeckel, l'ontogénie est une courte récapitulation de la phylogénie.

Si nous appliquons cette loi au développement de la coquille du Nautile actuel, nous la voyons passer par le stade de la protoconque ; puis, par les premiers stades de la conque, quand elle devient nettement arquée ; puis par des stades de courbure de plus en plus complète ; puis, sa spirale se continuant, les tours formés en dernier lieu touchent le coté externe des tours primitifs, qui s'étendent assez rapidement pour les embrasser et dans des cas éxtrêmes les recouvrir et les envelopper complètement. La conclusion qu'on tirera tout naturellement de ces *faits d'observation* sera qu'il y a eu dans les temps géologiques une série parallèle de formes se succédant dans le même ordre : les Orthocères, à forme droite, se rencontreraient alors dans les terrains les plus anciens, puis

viendraient les formes arquées (Cyrtocères), puis les formes gyrocériennes et ce n'est que dans des périodes comparativement récentes que les formes nautiliennes auraient existé. Les recherches de Barrande ont montré que cette déduction était contraire aux faits observés : on rencontre dans les terrains fossilifères les plus anciens que l'on connaisse la série toute entière de formes qui ont vécu côte à côte pendant toute la période paléozoïque. Cette objection du grand paléontologiste eut deux effets : quelques paléontologistes admirent que cette conception de l'esprit était trop parfaite pour pouvoir être entièrement réalisée dans la nature; d'autres y voyaient une réfutation évidente de la doctrine de l'évolution; tous néanmoins se mirent à chercher l'explication de cette apparition soudaine.

A ne considérer que le nombre des formes, la succession observée est bien celle qu'indique la théorie : les cônes droits prédominent dans les périodes siluriennes et plus anciennes, tandis que les formes gyrocériennes sont beaucoup moins nombreuses et les formes nautiliennes extrêmement rares. Puis ces deux derniers groupes gagnent en nombre dans le carbonifère, et, dans le jurassique, toutes ces formes ont disparu, sauf celles qui sont tout à fait enroulées et très embrassantes; par conséquent, en remontant cette série, nous sommes en droit de conclure qu'il a dû exister un temps, une période prépaléozoïque ou protozoïque où les cônes droits prédominaient, à l'exclusion des autres formes. Evidemment la succession des formes, telle qu'on l'a observée, suit une loi et un ordre qu'il reste à découvrir.

Imaginons qu'il y eut pour une cause quelconque, pendant la période paléozoïque, des conditions d'existence différentes de celles qui sont maintenant la règle générale. Supposons qu'il y eut, par exemple, une rapide évolution de formes et que, près de leurs centres d'origine, les Céphalopodes aient trouvé un espace comparativement inoccupé; il ne leur fut

pas seulement loisible, mais ils furent en quelque sorte forcés d'émigrer dans toutes les directions pour occuper cet espace; par suite les habitats furent différents et les émigrants furent obligés d'adapter leurs organes acquis par hérédité aux exigences de leur nouvelle patrie. La nourriture et la nécessité ou plutôt l'opportunité ont agi comme stimulants et le changement de structure ne fut que le résultat d'efforts faits peu à peu par l'organisme placé dans l'alternative de disparaître — et il le pouvait d'autant moins qu'il avait plus d'espace pour se développer — ou de se plier aux exigences physiques du milieu dans lequel il se trouvait transporté. Ce fait s'est répété dans les périodes plus récentes ; c'est ainsi qu'à Steinheim, le *Planorbis aequiumbilicatus*, se trouvant dans un espace inoccupé, progressa avec une rapidité sans exemple et dut, pour satisfaire aux conditions nécessairement différentes des divers points d'un grand espace, produire de nouvelles séries conduisant à des espèces toutes différentes l'une de l'autre, mais présentant tous les passages à la forme originelle.

Mais alors l'histoire des Céphalopodes se simplifie : les Nautiloïdea ne se présenteront plus à nous comme formant une seule chaîne, mais bien plusieurs branches distinctes, divisibles elles-mêmes en une foule de rameaux plus petits de formes toutes alliées par leur origine. C'est ainsi que, dans le Cambrien ou peut-être encore plus anciennement, certaines branches ne comptèrent pas du tout de formes enroulées et que d'autres en eurent; mais toutes, sauf les séries les plus primitives, composées exclusivement de formes droites ou arquées, eurent aussi quelques espèces enroulées que nous pouvons souvent faire remonter avec une grande exactitude par leur développement et la gradation des formes adultes jusqu'à l'Orthocère droit qui leur a donné naissance.

Nous pouvons ainsi comparer à n'importe quelle série génétique des Nautiloïdea la série que nous avons décrite

plus haut, de l'Orthocère à la Goniatite.

Les Ammonoïdea évoluent des formes nautiliennes du Cambrien en séries qui sont beaucoup plus distinctes les unes des autres dans le paléozoïque que n'importe quel groupe de même valeur, c'est-à-dire des genres, dans les formations suivantes, ce qui nous montre qu'il y a eu dans cette période une évolution plus rapide que dans les périodes plus récentes. Si tel n'est pas le cas, les Ammonoïdea ont été créés en pleine possession d'une organisation qui n'a été atteinte que par des séries parallèles semblables de Nautiloïdes congénères tout à fait enroulés ayant passé par toutes les transformations intermédiaires précédemment décrites. Citons ici un fait curieux : bien qu'il lui soit taxonomiquement égal, l'ordre des Ammonoïdea ne peut pas se comparer à l'ensemble des Nautiloïdea, mais seulement à une série particulière de cet ordre. Ce résultat s'accorde en tous points avec les idées que nous nous faisons des relations génétiques de ces animaux. L'apparition remarquablement soudaine et la perfection des formes des premières Ammonoïdea montrent que l'arbre généalogique de ces Céphalopodes a la forme d'un éventail et qu'ils ont évolué en partant de centres chronologiques de distribution; on voit aussi la rapidité avec laquelle ils ont dû s'étendre et remplir les endroits inoccupés.

Après la période paléozoïque, il ne se produisit pas de modifications absolument nouvelles; la complication des sutures est néanmoins portée à un tel degré qu'au premier abord nous sommes disposés à supposer l'apparition de nouveaux types dans le trias et le jurassique. C'est ainsi que toutes les formes d'Ammonoïdea mésozoïques possèdent un petit collet qui part des septa et entoure le siphon, destiné, semble-t-il, à fermer plus complètement le jour qui pourrait exister entre ce conduit et les cloisons et n'existant en tous cas dans aucun Nautiloïde connu. On le supposait spécial aux Ammonoïdea mésozoïques, mais Beyrich l'a récemment.

découvert dans une Goniatite du Carbonifère ; M. Hyatt a de même retrouvé dans certaines Goniatites carbonifères toutes les particularités de structure que l'on croyait d'abord l'apanage exclusif des plus jeunes Ammonoïdea.

En somme, ces faits ont conduit l'auteur, malgré lui, il faut bien le dire, à la conclusion que les phénomènes d'évolution ont été différents à cette époque, par la rapidité avec laquelle ils ont eu lieu, de ceux qui se manifestent à des époques plus récentes. On voit par cet exemple l'importance que prend l'hypothèse de Wagner, qu'un espace inoccupé est une condition essentielle pour l'évolution de nouvelles formes. D'autre part, la théorie des cycles de sédimentation de Newberry montre que l'apparition soudaine de types nouveaux ne peut s'expliquer qu'en supposant qu'ils se retirent avec la mer entre chaque période de dépôts et reviennent à nouveau après de longs intervalles d'absence ou font pour la première fois leur apparition dans une faune donnée.

La combinaison de ces deux théories explique d'une part les phénomènes de soudaine apparition dans les premiers dépôts sédimentaires, d'autre part ceux de rapide développement dans les espaces nécessairement inoccupés où ces dépôts se sont produits.

En 1843, Auguste Quenstedt commença des recherches qui auraient dû depuis longtemps conduire à cette conclusion Il montra, par de nombreux exemples, que dans les individus malades les changements les plus grands de forme et de structure peuvent avoir lieu dans une même espèce et dans des limites très étroites de temps et de distribution géographique. Ce fut aussi lui qui montra le premier que dans ce cas les coquilles remontaient pour ainsi dire en arrière et repassaient en sens inverse par tous les stades successifs d'évolution en se déroulant de plus en plus. Von Buch et Quenstedt d'une part, le professeur Hyatt d'autre part sont arrivés à la même conclusion que ces formes déroulées

étaient le résultat de déformations, ou, en d'autres termes, étaient des formes pathologiques. Elles ne sont pourtant ni rares, ni exceptionnelles, mais elles montrent dans tous les cas des caractères de dégradation et marquent l'extinction du type. Les jeunes coquilles de ces types pathologiques sont entièrement enroulées, ce qui montre bien qu'elles dérivent de coquilles ayant atteint ce degré de complication. D'autre part, les vieux individus montrent une dégradation dans le même sens et les changements que l'âge fait subir à leurs coquilles sont semblables à ceux qu'on observe dans les groupes successifs de n'importe quelle série pathologiquement déformée. Comme l'ont montré Quenstedt et d'Orbigny, quand le Céphalopode a atteint une certaine limite d'âge, sa coquille montre que sa fin est proche par le rapprochement excessif des dernières sutures, la disparition des ornements, la diminution de la taille, le changement de position du siphon. Ainsi l'approche de l'extinction soit de l'individu, soit de la race, produit les mêmes effets. On ne trouve pas de séries déroulées d'Ammonoïdea ayant vécu pendant la période paléozoïque ; rares dans le trias et le jurassique inférieur, elles augmentent beaucoup en nombre dans le jurassique moyen et surtout dans le jurassique supérieur ; finalement dans le crétacé leur nombre surpasse de beaucoup celui des coquilles normalement enroulées et tout l'ordre cesse bientôt d'exister ; Neumayr a montré du reste que les Ammonoïdea crétacés sont des types dégradés et que leurs sutures sont moins compliquées que celles de leurs ancêtres jurassiques. La dégradation a donc été générale et a affecté toutes les formes, de là la similitude des causes physiques qui ont agi en même temps sur toute la surface du globe pendant la période crétacée, alors que ces causes étaient plus localisées pendant le jurassique et les périodes précédentes. Quelle que soit la nature de ces causes physiques, il est certain qu'elles ont agi sur le type céphalopode de façon à forcer les généra-

tions successives à dérouler de plus en plus leur coquille et à perdre la complication de leurs ornements et de leurs sutures.

Il semble qu'au fur et à mesure qu'on se rapproche des temps modernes, l'action universelle des milieux est plutôt défavorable à la continuation de la vie ; on pourrait peut-être en voir une cause dans l'augmentation progressive de la concurrence vitale. Comme il y a moins d'espaces inoccupés, les transformations doivent se faire beaucoup plus lentement et cette marche de l'évolution sera de moins en moins rapide. Cette influence de l'habitat semble agir sur l'animal comme une sorte de friction perpétuelle ; à force de faire travailler les tissus, elle use l'organisme : d'abord l'excès de nourriture aide à son développement, pourtant tôt ou tard, mais inévitablement, la dépense d'énergie surpasse la somme de force vive emmagasinée et l'organisme s'éteint. L'exemple des Ammonoïdea nous montre que ces faits individuels peuvent s'appliquer à l'évolution du groupe entier.

Il est évident qu'il y a une limite aux complications progressives d'un type quelconque ; il est également de toute évidence qu'il y a des types qui restent comparativement simples, qui traversent une longue série de temps sans se modifier sensiblement, tel le Nautile ; ce sont les types-souches qui persistent, et en même temps ceux qui ont la plus longue vie.

Nous retrouvons ainsi les souches des Nautiloïdea vivant pendant toute la période paléozoïque et donnant constamment naissance à de nouveaux types qui évoluent dans différentes directions ; pourtant leur tour vient, quoique tardivement, et ces souches primaires elles-mêmes disparaissent. Mais elles ont laissé des types parvenus à ce stade de développement que Hyatt appelle nautilien. Ces animaux, descendants les plus directs de la souche primaire, deviennent à leur tour des souches secondaires et donnent naissance à des séries

dont les coquilles sont plus embrassantes; elles s'étendent alors dans l'espace comme dans le temps, et c'est ainsi que nous voyons persister encore de nos jours des formes très enroulées, comme le *Nautilus umbilicatus*. On peut redire la même histoire des Ammonoïdea.

On voit tout le parti que peut tirer de l'étude des Céphalopodes fossiles, du développement comparé de l'individu et de la classe, la théorie de l'évolution. Non seulement cette étude nous donne d'utiles indications sur les causes qui ont forcé l'organisme à se transformer, mais elle nous fournit encore des données sur la rapidité avec laquelle cette transformation s'est opérée; elle nous fait voir, entre autres choses, que l'évolution de la vie a d'abord été très rapide à la surface du globe et qu'elle le devient de moins en moins. Pouvons-nous après cela nous étonner de ce que nous ne voyons pas de nos jours les organismes se modifier sensiblement et sommes-nous réellement en droit d'opposer cette objection à la théorie de Darwin et de Lamarck ?

Sur la **faille de Remagne** *et sur le* **métamorphisme** *qu'elle a produit,* *par M.* **Gosselet.** (1)

En commençant cette communication, je dois rappeler quelques faits bien connus des géologues qui ont parcouru l'Ardenne.

Je rappellerai que sur les bords de la Meuse, le Devonien inférieur est divisé en deux parties par la péninsule silurienne de Rocroi. Au nord, au delà de Fumay, s'étend le grand bassin du Condroz ou bassin de Dinant; au sud de Bogny, se trouve le golfe de Charleville, enfermé entre la presqu'île

(1) Lu dans la séance du 20 Février 1884.

de Rocroi et la côte de Givonne [1]. Ce golfe s'élargit vers l'est, en un large bassin, que l'on peut nommer bassin de Neufchâteau. Sa limite nord est une arête sous-marine, qui se rendait du Cap de Louette, situé à l'extrémité orientale de la presqu'île de Rocroi, par Graide et Anloy, jusqu'à l'îlot de Serpont. Au delà, il est difficile de dire comment se séparaient les deux bassins ; il devait y avoir communication entre eux, et néanmoins leurs sédiments étaient distincts. Il est probable qu'une légère crête sous-marine déterminait aussi une ligne de partage entre les courants.

Le petit massif silurien [2] de Serpont formait la pointe orientale, et la partie la plus élevée du haut-fond sous-marin qui l'unissait à la presqu'île de Rocroi au commencement de l'époque devonienne. Il ne fut atteint par la mer qu'à l'époque des schistes de St-Hubert : Les premiers dépôts furent des grès à gros grains, assimilés par Dumont à l'arkose de Haybes ; mais je les considère comme appartenant à l'assise de Saint-Hubert (gedinnien supérieur).

Ces circonstances originaires et d'autres qui ont pu se produire ultérieurement ont fait que l'assise des schistes de St-Hubert présente dans le bassin de Neufchâteau plusieurs faciès régionaux que je me propose d'étudier dans une prochaine communication. Je me bornerai donc à dire que je considère les phyllades de Laforêt sur la Semoy, les schistes aimantifères de Paliseul, les schistes à biotite [3] de Bertrix, les schistes gris de Ste-Marie, et même les grès de Bastogne

(1) *Esquisse géologique du Nord de la France*, p. 60.

(2) Tout le silurien de l'Ardenne appartient au silurien inférieur ou cambrien.

(3) M. Ch. Barrois a reconnu que le minéral désigné par Dumont sous le nom d'ottrélite aux environs de Bertrix, est de la biotite ou mica noir. Je ne saurais trop remercier M. Barrois du concours qu'il m'a prêté en étudiant mes échantillons au microscope.

comme des dépôts contemporains situés dans le prolongement les uns des autres.

La pression du sud au nord, qui a relevé et plissé les terrains de l'Ardenne *après* l'époque dévonienne, a dû agir sur toutes ces couches ; elle y a déterminé la structure feuilletée, et y a peut-être fait naître des minéraux particuliers. Je n'examine pas cette question pour le moment.

D'après la théorie de Lory, le massif de Serpont, qui avait déjà été relevé *avant* le dépôt du terrain devonien, ne pût être plissé de nouveau. Tout en participant au mouvement de translation général vers le nord, il agit comme un point de résistance contre lequel les couches devoniennes vinrent s'écraser, et qu'elles cherchèrent à contourner en glissant sur ses bords.

Or, l'ilôt de Serpont a la forme d'un trapèze dont le petit côté est dirigé vers le sud. Les sédiments devoniens appliqués contre ce petit côté n'éprouvèrent que peu de modifications ; mais sur les deux côtés latéraux, tous deux obliques par rapport à la direction de la pression, il y eut glissement, fracture des couches et métamorphisme. Toutefois, l'action métamorphique a été différente sur les deux côtés, en raison de leurs conditions particulières.

Sur la côte occidentale, où le plateau sous-marin était à une faible profondeur, les mouvements n'ont eu que peu d'amplitude, et le métamorphisme s'y est borné à la formation de cornéenne.

Je désigne sous ce nom, d'après le conseil de M. Barrois, une roche noire, dure, tenace, sonore, ayant quelque ressemblance avec une roche éruptive.

M. Barrois, en l'étudiant au microscope, a reconnu qu'elle était presque uniquement formée de quarz et de mica noir (biotite). Elle est toujours disposée en couches horizontales ou légèrement ondulées dans les schistes arénacés gris-verdâtre de l'assise de St-Hubert.

Dans la tranchée de Serpont, à l'ouest du massif silurien, la cornéenne forme une masse considérable, très remarquable par sa tendance à se déliter en boules comme le basalte. On la retrouve aussi à Ochamps.

A l'est de l'îlot de Serpont, du côté du détroit de La Roche, la masse silurienne résistante étant à une plus grande profondeur, il se produisit des mouvements plus considérables et par suite une grande faille que l'on peut suivre depuis Recogne jusqu'à Bastogne, au contact des couches du bassin de Condroz avec celles du bassin du Luxembourg. Je l'appellerai *faille de Remagne*. Elle est le résultat d'un glissement *latéral* des couches du bassin de Neufchâteau sur celles du bassin de Dinant Les premières ont pris une direction générale vers le N.E., qui était probablement peu différente de leur direction primitive Les secondes, c'est-à-dire celles du bassin de Dinant se dirigeaient primitivement de l'O. à l'E.; elles se sont trouvées entraînées par le mouvement de glissement et ont pris la direction N.E. de telle sorte qu'elles paraissent s'enfoncer sous les couches du bassin de Neufchâteau, de manière à simuler une stratification concordante.

La faille serait donc peu apparente si elle n'était jalonnée à droite et à gauche par des roches métamorphiques.

A l'est du massif de Serpont, sur le territoire de Bras, elle suit à peu près la route d'Houffalize, séparant du terrain silurien le grès du bois du Coret, qui est de ce côté la couche devonienne la plus ancienne. Puis elle se dirige de Seviscourt vers Remagne et met en contact les schistes verts de Saint-Hubert avec les schistes gris de Sainte-Marie. Au nord du territoire de Remagne, ce sont les grès taunusiens de La-Vacherie qui arrivent au contact des schistes de Sainte-Marie. A Tillet, les schistes noirs d'Amberloup forment la lèvre gauche de la faille, tandis que la lèvre droite est constituée par les grès de Bastogne, prolongement des schistes de Sainte-Marie. Un contact analogue se retrouve jusqu'à Bas-

togne. Il est probable que la faille ne se prolonge guère au delà, car le mouvement latéral qui lui a donné naissance a dû diminuer à mesure qu'il s'éloignait du massif de Serpont. Il est probable qu'au delà de Bastogne les schistes ardoisiers coblentziens du bassin de Neufchâteau arrivent au contact des schistes noirs de La Roche et qu'il devient alors impossible de distinguer la différence des deux assises.

Les couches situées au sud du massif de Serpont ont dû participer au mouvement des couches septentrionales. La faille s'est donc prolongée de ce côté jusqu'à une certaine distance et, dans le fait, on suit la traînée de roches métamorphiques bien au delà de Recogne.

Les effets du métamorphisme ont été différents des deux côtés de la faille suivant la nature de la roche atteinte.

Au sud du massif de Serpont se trouvent deux lentilles de grès blanc compact qui sont les sédiments devoniens les plus anciens de la région. La lentille occidentale exploitée au bois de Belegne ne présente que peu de traces de métamorphisme. Il n'en est pas de même de la lentille orientale exploitée au bois du Coret et qui forme la hauteur de la route d'Houffalize, entre la troisième et la quatrième borne.

Le grès est blanchâtre, quarzeux, compact, très dur et présente des cavités irrégulières, remplies de matière schisteuse verte. Dans l'un de ces noyaux schisteux j'ai trouvé des cristaux de grenat; plusieurs autres sont pétris de lamelles d'ottrélite.

Les grès stratoïdes intercalés soit dans les schistes biotitifères de Paliseul, soit dans les schistes gris de Sainte-Marie, soit dans les schistes arénacés de Bastogne, lorsqu'ils ont subi le métamorphisme, sont remplis de cristaux de grenat ou d'aiguilles d'amphibole. Souvent ils acquièrent un poids considérable, une grande dureté et passent même au quarzite. Il n'y a pas lieu d'insister sur ces roches qui ont été décrites

avec grand soin par notre éminent confrère M. Renard [1].

On les trouve presque toujours en grosses masses arrondies à la surface du sol dans une sorte de limon. Elles proviennent évidemment de nodules qui étaient primitivement intercalés dans le grès et qui ont été mis en liberté par l'altération de la roche.

On peut les suivre presque parallèlement à la faille depuis les environs de Bastogne jusqu'au sud de Recogne.

Dans une tranchée près du village d'Ourt, on peut observer une série de schistes et de grès métamorphiques en couches inclinées de 50° vers le S. 30° E. La coupe est la suivante :

Schistes.	
Sable avec nodules de roches grenatifère et amphibolifère.	
Grès stratoïde.	
Roche noire compacte pleine de grenats en cristaux dodécaèdres.	0,02
Grès stratoïde	0,10
Grès amphibolifère	0,06
Grès stratoïde tendre.	

La roche noire avec grenats montre au microscope, d'après M. Barrois :

Grenats très remarquables par la régularité des inclusions de graphite orientés suivant les axes.
Graphite abondant en fine poussière.
Quarz en petits grains recristallisés.
Mica blanc, rare, dans la pâte.

Elle forme un lit régulier dont la disposition m'a fait penser aux lits remplis de fossiles disséminés dans la grauwacke.

---

(1) *A. Renard* : Roches grenatifères et amphibolifères de la région de Bastogne.

La couche de grès amphibolique qui la surmonte est aussi assez régulière. Quant aux nodules empâtés dans le sable, il est évident qu'ils étaient primitivement enfermés dans du grès stratoïde qui s'est plus tard transformé en sable par altération.

Dans quelques cas, les schistes graphiteux de Ste-Marie et de Bastogne ont été transformés en cornéenne comme les schistes verdâtres du bord occidental du massif de Serpont. On rencontre cette roche un peu au nord de Bertrix dans les schistes biotitifères et près de Bastogne dans les schistes qui accompagnent les grès. Dans l'un comme dans l'autre cas, elle est, comme à Serpont, en couches ondulées et faiblement inclinées.

Dans les schistes compacts vert-jaunâtre de l'assise de Saint-Hubert du bassin de Dinant, qui constituent la lèvre gauche de la faille, le métamorphisme a déterminé la production de phyllades satinés, de cristaux d'ottrélite et peut-être aussi de cristaux d'aimant.

Les deux points où on peut le mieux étudier ces diverses actions sont les environs de Remagne et ceux de Seviscourt.

Au moulin de Remagne vient se terminer contre la faille une couche lenticulaire d'arkose que l'on peut suivre depuis le commencement du territoire de Freux. Vers l'ouest l'arkose est normale ; elle est accompagnée de schistes compacts, les uns verts ou gris, les autres violacés ou bigarrés. Dès que ces couches se rapprochent de la faille, on voit les premières modifications du métamorphisme.

Près de Freux, en face de la borne 11 de la route d'Houffalize et sur la rive droite du ruisseau, il y a plusieurs carrières d'arkose dont les bancs plongent vers le sud. J'y ai relevé la coupe suivante du sud au nord :

Arkose grise dure exploitée dans la carrière la plus méridionale.

Arkose verte chloriteuse	sur 25^{m} de surface
Arkose schistoïde grise ou verte	

Espace couvert.		50
Schistes verts satinés, devenant rouges par altération.		25
Arkose verte schisteuse et schiste passant à une brèche phylladiforme. Carrière	}	10
Schistes grossiers arénacés. Carrières		
Débris de schistes verts compacts, de brèche phylladifère et d'arkose schistoïde.		
Débris d'arkose schistoïde		
Arkose schistoïde dont quelques couches blanches sont tourmalinifères.	}	20
Schistes verts et violacés avec quelques paillettes d'ottrélite		

Si on suit la hauteur depuis les premières carrières jusqu'au moulin de Remagne, on marche toujours sur l'arkose. Si au contraire on suit le pied de l'escarpement vers le nord également depuis les dernières carrières jusqu'au moulin de Remagne, on marche toujours sur les schistes verts. C'est donc bien la même série de couches ; mais approchant du moulin de Remagne, elle subit des modifications considérables. Ainsi, les schistes verts situés au pied nord de l'escarpement se chargent de paillettes d'ottrélite, qui, très petites à Freux, augmentent beaucoup vers l'est sur le territoire de Moircy où elles atteignent de 2 à 3 millimètres de diamètre ; puis elles diminuent vers le moulin de Remagne, mais alors les schistes deviennent contournés, laminés, satinés, traversés de filons de quarz.

L'escarpement du Moulin de Remagne présente la coupe suivante du sud au nord :

Schistes verts, compacts, à mica blanc, et grès vert clair exploités dans la première carrière vers le pont de Remagne.

Schistes verts compacts aimantifères exploités dans la 2e carrière contre la précédente.

Schistes verts quelquefois bleuâtres, très aimantifères exploités comme dalles ; incl. de 15° au S. 25° E. .

Quarzite porphyrique avec filon de quarz	1m50
Arkose schistoïde et brèche phylladifère	10
Schiste vert satiné et ondulé.	5
Quarzite et filons de quarz	3
Schistes verts, satinés devenant jaunes par altération .	1
Espace caché	6
Schiste vert sombre	2
Schistes ottrélitifères à l'état de débris	6
Schistes gris-tendre remplis de taches longitudinales brunes	1
Schistes porphyriques	1
Schistes verts satinés et filons de quarz, incl. de 30° au S. 30° E.	

Ainsi, au voisinage de la faille de Remagne, l'arkose se transforme en un quarzite porphyrique qui ressemble beaucoup à l'arkose métamorphique de Willerzie, les schistes compacts verts ou bleuâtres subissent plusieurs modifications ; les uns deviennent aimantifères, d'autres se chargent de paillettes d'ottrélite, d'autres enfin sont laminés et transformés en phyllades. Dans ces derniers je n'ai jamais vu de cristaux ; ils constituent un beau rocher au nord du Moulin, sous la chapelle de Notre-Dame de Lorette. Ils y ont une couleur vert clair qui fait penser aux schistes d'Oignies.

Quant aux schistes porphyriques caractérisés par les cristaux de feldspath qu'ils contiennent, je n'ose me prononcer sur la question de savoir si ces cristaux sont clastiques ou métamorphiques. Leur altération si intense que leur forme n'est plus visible et leur voisinage de l'arkose tendent à les faire considérer comme clastiques. D'un autre côté, le métamorphisme manifeste des couches voisines et l'isolement du feldspath de tout autre fragment clastique un peu volumineux sont autant de raisons qui plaident en faveur de l'origine métamorphique.

Ces couches métamorphiques ne dépassent pas Remagne. On trouve encore des schistes verts au nord et au sud-ouest de ce village, mais à l'est et au sud-est, ce sont les schistes

gris de Saint-Marie. La faille qui sépare ces assises passe dans le village de Remagne, à mi-route entre Freux et Bougimont, puis un peu au sud du village de Seviscourt.

A l'entrée du chemin de Seviscourt à Ourt, on rencontre des schistes grisâtres, micacés et plus ou moins arénacés ; un peu au delà, on voit le long du chemin des grès stratoïdes verdâtres, suivis d'autres grès stratoïdes psammitiques, qui deviennent de plus en plus durs et compacts à mesure que l'on monte. L'inclinaison de toutes ces couches n'est pas bien nette ; je la crois au sud. Les grès compacts sont le prolongement des grès du bois du Coret, les schistes inférieurs se rapportent aux schistes de Saint-Hubert du bassin de Dinant ; la faille doit par conséquent passer entre les deux, sans qu'il me soit possible d'en préciser la place.

La faille suit la limite orientale du petit massif silurien de Serpont, mais il y a des lambeaux de schistes de Saint-Hubert qui sont intercalés entre ce petit massif et les assises du bassin de Neufchâteau et d'autres qui sont enclavés dans les schistes siluriens.

Ainsi, sur la route près de la 5e borne, on voit des schistes siluriens noirs ottrélitifères inclinés au S. 30° E. Un peu à l'est, dans un marais, on trouvait de grandes plaques de schiste vert sombre contenant des cristaux d'ottrélite d'un diamètre de près d'un centimètre. On a généralement attribué au silurien ces schistes remarquables ; je crois qu'ils sont devoniens: Il n'y a aucun affleurement dans le marais, ni aux alentours. Mais les grandes dimensions des plaques et leurs formes anguleuses ne permettent pas de croire qu'elles ont été roulées. Elles ont dû être démantelées sur place. Elles proviennent donc de rochers situés entre les schistes siluriens de Remagne et la faille, qui passe, à mon avis, contre le marais à 50 mètres de l'endroit où on trouve les plaques à grandes ottrélites.

D'un autre côté, si, à partir de la route, on suit la limite du

parc en remontant un petit ruisseau qui vient de l'étang, on marche sur des débris de schistes quarzeux, verts, passant à l'arkose schistoïde chloritifère et de schistes luisants, vert sombre comme ceux qui contiennent l'ottrélite, et que l'on ne peut distinguer des schistes vert sombre de Remagne. Un peu au sud, dans le bois, on voit des schistes verts, satinés, laminés, contournés, traversés de filons de quarz et de chlorite tout à fait semblables aussi aux schistes satinés du Moulin de Remagne. On arrive ainsi en suivant toutes ces couches sur le sentier de Bras à Libramont au milieu du massif silurien de Serpont. Une coupe faite en suivant ce sentier est très intéressante.

Si on quitte la route d'Houffalize, au poteau indicateur, au delà de la 4e borne, on rencontre d'abord quelques blocs d'arkose schistoïde (première couche devonienne du bassin de Neufchâteau) ; puis bientôt les schistes noirs, feuilletés, cambriens, qui ne tardent pas à devenir ottrélitifères. Ils ont été exploités dans plusieurs carrières. En arrivant de l'étang, on trouve sur le côté droit de la route une petite carrière de quarzite gris. Elle est située à peu de distance au dessus des schistes satinés dont il a été question plus haut Entre la carrière et l'étang, on voit des schistes luisants, vert sombre, qui contiennent des cristaux d'ottrélite plus petits que ceux du marais, mais beaucoup plus grands que ceux des schistes cambriens (1mm5 de diamètre).

A 140 mètres au nord de l'étang, sur le sentier, j'ai trouvé un nodule de grès gris rempli de petits cristaux d'ottrélite et revêtu d'une croûte schisteuse où ces cristaux atteignent 3mm5. C'est probablement de cet endroit que proviennent de très beaux échantillons que j'ai recueillis dans une des allées du château, où ils servaient à l'empierrement; leurs cristaux ont 2mm4.

Le long du sentier, on voit ensuite, sur un espace de 300 mètres, des fragments ou des rochers de schistes quarzeux,

luisants, vert sombre, souvent assez compacts pour passer au quarzite, mais on y distingue de gros grains de quarz comme dans les arkoses. Ils sont accompagnés de schistes arénacés contenant tant de mica blanc qu'on les prendrait du premier abord pour des micaschistes.

Au delà, contre le château de Seviscourt, le silurien reparaît à l'état de schistes noirs, finement feuilletés, gauffrés et satinés, qui passent insensiblement à des schistes noirs, ottrélitifères comme ceux des carrières précitées.

Les roches à grandes ottrélites et les schistes arénacés sont donc intercalés au milieu des schistes siluriens; ils paraissent inclinés comme eux et on pourrait les croire de même âge, mais ils ressemblent tellement aux roches de Remagne qu'on doit les leur assimiler. D'ailleurs, on ne connaît pas ces couches autre part dans le silurien inférieur et en particulier dans le massif de Serpont. On n'en voit, ni le long de la route de La Roche, ni le long du chemin de fer qui coupent l'un et l'autre du nord au sud le massif de Serpont.

Si on continue de suivre le sentier vers Bras, on rencontre de grandes carrières creusées dans le schiste noir ottrélitifère silurien, puis de nouveau des schistes vert-blanchâtre remplis de cristaux d'ottrélites remarquables par leur clivage rhomboïdal (1) Ces schistes plongent au S. 35° E. et leur prolongement va butter contre les carrières de schistes noirs siluriens. Je les considère encore comme devoniens et métamorphiques au même degré que les schistes verts à grandes ottrélites du marais.

Quelle est la cause du métamorphisme de cette région?

(1) M. Barrois me signale cette couche comme formée de mica blanc séricíteux formant pâte, de quarz noyé dans le mica blanc, de graphite abondant et de magnifiques cristaux d'ottrélite. La pâte, par sa couleur et sa composition, rappelle celle qui accompagne certaines porphyroïdes et en particulier les porphyroïdes des Buttés.

Deux opinions sont en présence. Dumont l'attribuait à l'influence de roches éruptives sous-jacentes; M. Renard à des actions mécaniques, qui ont mis en jeu les affinités chimiques en broyant sous l'effort de la pression les substances minérales et en se transformant en chaleur.

J'accepte pleinement cette dernière explication et je profiterai de l'occasion pour répondre quelques mots aux observations que M. Barrois a faites au sujet de ma communication sur l'arkose de Willerzie dont j'attribuais aussi le métamorphisme à une action purement mécanique.

M. Barrois s'appuie sur l'identité entre les résultats du métamorphisme granitique bien constatée et les faits qu'on observe soit dans l'arkose de Willerzie, soit dans la région de Bastogne. J'admets parfaitement cette analogie, mais je me demande si des effets identiques ne peuvent pas être produits par des causes différentes. M. Renard a rappelé les expériences de M. Daubrée, montrant qu'il suffisait d'un peu d'eau, soumise à une température et à une pression convenable, pour faire naître des minéraux particuliers. N'est-ce pas le cas d'appliquer ces principes nés de l'expérience, lorsque la roche métamorphique ne contient aucune substance qui n'y préexistât primitivement.

M. Barrois a fait également observer que l'on trouve ces roches métamorphiques dans les points de moindre résistance du sol ardennais, là où une cassure a pu permettre l'arrivée d'émanations granitiques. Ce motif ne peut être invoqué en faveur d'une opinion plutôt que d'une autre, puisque c'est aussi aux points où il y a eu cassure, glissement et refoulement que les frictions ont dû être les plus puissantes.

Hypothèse pour hypothèse, j'aime mieux admettre la formation possible du métamorphisme par friction que de supposer sous l'Ardenne une masse granitique inconnue.

Les circonstances où l'on a jusqu'à présent reconnu la

formation de roches franchement métamorphiques dans l'Ardenne sont au nombre de quatre.

1° Au Franc-Bois de Willerzie, un paquet de terrain devonien est tombé entre deux masses de terrain silurien et s'y est trouvé fortement comprimé lorsque les deux masses se sont rapprochées sous l'influence d'un mouvement, dont les deux composantes sont dirigées, l'une de bas en haut, l'autre du sud au nord. Plus la compression a été grande, plus le métamorphisme a été intense.

2° Tout le long de la faille de Remagne, il y a eu aussi écrasement, mais surtout friction par l'effet d'un mouvement horizontal dont la direction faisait avec celle des couches un angle assez faible. Dans ce cas, le métamorphisme n'est pas localisé dans le point même où la friction s'est produite, il semble que l'agent métamorphique (dans ma pensée cet agent est essentiellement de l'eau surchauffée) filtrant à travers les couches ait pu aller déterminer à distance la formation de l'amphibole, du grenat et de l'ottrélite.

3° A Seviscourt, il y a eu compression comme dans le bois de Willerzie, mais en outre l'influence de la faille de Remagne s'y est fait sentir.

4° Dans quelques points isolés, il s'est produit une sorte d'arrêt dans le mouvement général qui emportait tout l'ensemble du bassin de Neufchâteau vers le nord. Les couches horizontales ou presqu'horizontales ainsi arrêtées contre un obstacle insurmontable se sont légèrement courbées: mais la destruction du mouvement ayant eu pour résultat la production de chaleur, elles se sont métamorphisées. Cette cause me paraît avoir eu presque toujours pour effet la production de la cornéenne.

5° Toutes les fois que sous l'influence de la pression toutes les particules d'une roche ont pu glisser les unes sur les autres, il y a eu lamination; la chaleur dégagée a été beaucoup moindre et le métamorphisme chimique généralement



nul. Les cristaux que l'on rencontre dans les phyllades de l'Ardenne sont antérieurs à leur lamination comme les cristaux de magnétite de Deville ou postérieurs comme le sont probablement les cristaux d'ottrélite des phyllades siluriens de Serpont.

M. Achille Six fait la communication suivante :

Une excursion à Pernes,

par MM. J. Ortlieb *et* Achille Six.

Un article, inséré dans un journal quotidien de notre ville, annonçant la découverte récente d'un gisement de phosphate de chaux ou engrais minéral aux environs de Béthune, avait attiré notre attention et piqué notre curiosité. Renseignements pris, il se trouva que c'était à Pernes qu'avait pu se passer cet évènement si important au point de vue industriel. Nous résolûmes donc d'y aller faire ensemble quelques heures de promenade, et le 25 Février, jour que les congés du Carnaval nous laissaient libre, nous débarquions à la gare de Pernes-Camblain. Dans la gare même s'élevait un tas de nodules noirâtres, auxquels adhéraient encore quelques parcelles d'un sable très glauconieux ; l'aspect du sable et des nodules rappelait tout à fait les produits d'exploitation de Grandpré (Ardennes), de Wissant et d'Hardinghem (Boulonnais), etc. Aussi nous ne pouvions douter de leur âge et nous les rangeâmes alors, comme l'avait du reste fait M. Gosselet [1], dans la zône à *Ammonites mamillaris* (zône des coquins de sable ou coquins pauvres de l'Argonne). Nous fîmes néanmoins provision de nodules et de fossiles et pendant cette opération nous pûmes à bon droit nous étonner d'un fait singulier : nous ne ramassions que des huîtres et des éponges,

(1) *Gosselet* : Esquisse géologique du nord de la France et des contrées voisines, Lille, 1881, p. 238.

les autres formes étant en infime minorité. Les huîtres étaient de deux sortes bien différentes : l'une, fortement dentelée, nous rappelait le groupe de l'*Ostrea carinata, phyllidiana, Milletiana*, etc. ; l'autre, beaucoup plus petite et globuleuse, à forme exogyre, rappelait plutôt l'*Ostrea arduennensis, vesiculosa*, etc.; des Ammonites, si communes dans les sables verts à phosphates de l'Albien, il n'y avait pas trace ; pas même le plus petit tubercule nacré, si ordinaire à Grandpré, ni ces moules en phosphate de chaux si communs à Wissant, ne vinrent récompenser nos minutieuses recherches.

Nous sortons donc de la gare, le sac déjà presque plein, et nous nous dirigeons, après avoir traversé la voie, vers la fabrique de ciment pour le directeur de laquelle M. Lisbet, notre confrère, nous avait remis une carte de recommandation. Les couches qu'on exploite en cet endroit pour la fabrication du ciment sont formées par un calcaire marneux cénomanien appartenant probablement, comme toutes les couches à ciment exploitées dans le pays, à la zône à *Belemnites plenus*, limitée inférieurement par le niveau très fossilifère bien connu à petits brachiopodes. La composition de ce calcaire est tellement constante et si bien en rapport avec celle du produit commercial qu'il doit donner, qu'il suffit de le cuire pour opérer la transformation cherchée (1); un délayeur, des fours et un concasseur, tels sont les seuls appareils nécessaires à cette fabrication. Après avoir visité l'établissement, nous partons, sous la conduite de M. Bocquet, Directeur de l'Usine, pour le village, où se trouvent les exploitations de phosphates. Pendant les vingt minutes que dura le trajet, nous pûmes jeter un rapide coup d'œil sur le pays et nous rendre un compte sommaire de la situation géographique du village et de l'allure pittoresque des environs.

Pernes est un village d'un millier d'habitants, situé à

(1) Le calcaire marneux de ce niveau contient de 16 à 25 °/o d'argile, dit la notice explicative qui accompagne la carte géologique détaillée.

15 kilomètres de St-Pol, sur la ligne de chemin de fer de Béthune à St-Pol (arrondissement de St-Pol, canton d'Heurchin) (1). Bâti en partie dans la vallée de la Clarence, il grimpe aussi sur le coteau ou, pour parler plus exactement, sur un mamelon assez escarpé formé par le terrain paléozoïque, qui vient tomber dans la rivière.

La Clarence prend sa source dans la chaîne de collines qui traverse le pays à peu près du S.E. au N.O., en suivant sensiblement la direction que prend de ce côté la terminaison occidentale du bassin houiller franco-belge. Ces collines, gracieuses ondulations d'un sol fertile, verdi de bosquets et jauni de moissons, doivent donner l'été au paysage un aspect riant, auquel le caillou paléozoïque, qui vient saillir portant une miniature de bois, mêle encore un pittoresque sauvage qui fait le charme de la contrée et évoque dans l'imagination du voyageur le souvenir du Caillou-qui-bique et de la délicieuse vallée de l'Hogneau. Une seconde chaîne, parallèle à la précédente, abaisse doucement vers le nord ses coteaux crayeux, noircis par la houille qu'on exploite dans leurs flancs, jusqu'à la grande plaine de Béthune et de Lillers, où commencent à s'étendre par la Belgique et la Hollande, ces champs formés d'alluvions modernes qui ont apporté à nos riches campagnes flamandes la fertilité aux dépens du pittoresque.

Un accident toujours heureux pour le géologue des pays trop plats, une faille, produite suivant la direction générale des collines, a coupé le pays en relevant toute la partie occidentale. Cette entaille nous permettra donc de voir sur sa lèvre gauche des couches qu'on ne rencontrerait à droite qu'à une profondeur assez considérable. En effet, à peine avons-nous franchi le pont jeté sur la rivière, que le chemin

(1) Sur la feuille n° 7 (Arras) de la carte de l'Etat-major et par conséquent de la carte géologique détaillée de la France ; cette dernière est due à M. Potier.

faisant un coude brusque, s'élève rapidement entamant un massif de roches schisteuses rouges et vertes avec petits bancs intercalés de grès quarzeux micacé en plaquettes. C'est le prolongement de la bande du devonien inférieur qui s'est déposé le long du rivage septentrional ou du Condroz du grand bassin paléozoïque de Dinant. Quelques petites masses de roches anciennes émergent timidement au milieu de la craie, qui couvre tout le pays et forme l'élément constitutif essentiel du Pas-de-Calais, points de repère ménagés et semés de loin en loin par la nature prévoyante comme autant d'utiles indications pour l'homme qui cherche à suivre le précieux minéral, le charbon, qu'il sait le compagnon ordinaire de ces restes de mers anciennes. On sait que d'Omalius d'Halloy réunissait toutes les couches rouges et bigarrées entremêlées de poudingues disposées sur ce bord du bassin de Dinant sous le nom de Poudingue de Burnot. Dans un mémoire paru dans les *Annales des sciences géologiques*, M. Gosselet (¹) montra que la série comprise sous cette dénomination correspondait à toute l'épaisseur des couches devoniennes que la Meuse coupe entre Fepin et Vireux : On pouvait dès lors y distinguer les étages Gedinnien, Taunusien et Coblentzien. Il rapporta alors (²) les schistes bigarrés rouges et vert clair, inclinés vers l'ouest, qui nous occupent, à la zône des schistes et psammites de Fooz, qui correspond au gedinnien supérieur tout entier (schistes bigarrés d'Oignies et schistes de St-Hubert) de la bande méridionale. M. Potier, dans la notice explicative qui accompagne sa carte, adopte la même opinion, conduit par des analogies purement lithologiques, dit-il, à faire des schistes grossiers et de la grauwacke

(1) *Gosselet* : Le système du poudingue de Burnot. Hautes études, sc. nat, t. IX, article no 5. Voir aussi : Esquisse géologique, 1881, p. 71.

(1) *Gosselet* : Loc. cit, p. 16.

de Dennebrœucq (d,) du Gedinnien et des grès blancs et schistes rouges de Matringhem (d') du Coblentzien ou plutôt du Taunusien, comme M. Gosselet l'admet. Les couches de Pernes, ainsi que celles de Febvin, seraient intermédiaires entre les deux précédentes. On n'y a du reste jamais rencontré la moindre trace de débris organiques.

La rivière la Clarence est retenue en ce point par un barrage artificiel qui fait retomber l'eau en cascade dont on utilise la chute pour faire tourner les meules du Moulin de la Ferté. La courbe de la route qui monte, le rocher rouge et vert boisé, le moulin et sa cascade bruyante, tout cela, encadré d'une verdure naissante dorée par les rayons tièdes d'un soleil nouveau, n'est-il pas un ensemble magnifique et ce coin de Pas-de-Calais de quelques hectares de surface ne vaut-il pas la peine qu'on s'y arrête, même un jour de printemps, alors que seule la pervenche vient égayer la roche nue?

Mais peu à peu le rocher s'abaisse et, lorsque nous atteignons les premières maisons du village, nous devons prendre à droite la route qui mène à Lillers pour remonter sur les roches anciennes. Laissons-les donc disparaître sous la craie sur laquelle la route va monter vers Floringhem et descendons à gauche par une rue fangeuse qui mène à la prairie où les phosphates ont été exploités. Cette rue fait un coude brusque pour revenir vers l'église de Pernes et au sommet de ce coude sont disséminées les quelques maisons groupées sur la carte de l'État-major sous le nom de Blaringhem.

La Société anonyme des phosphates du Nord, dont le siège social est à Boulogne-sur-mer, a exploité la partie du territoire comprise dans l'angle droit de la route, entre celle-ci et le village. L'exploitation est arrêtée, les trous sont rebouchés; mais il y a encore sur le sol de grands tas de phosphates lavés, de sables verts provenant du lavage, enfin de minerai

brut, c'est-à-dire de morceaux de sable glauconifère, quelquefois de glauconie presque pure ou, comme on l'appelle aussi, de marne bleue chloritée, empâtant des nodules à cassure brun-clair, contenant une forte proportion de phosphate de chaux ; ces morceaux sont encore par conséquent tels qu'on les a retirés du trou. Ici nous faisons une nouvelle provision de fossiles et d'échantillons de roches ; remarquons que les grains du sable sont irréguliers et qu'on y rencontre même des galets arrondis d'une assez forte taille. Au milieu des nombreuses huîtres appartenant toujours aux deux variétés que nous avions ramassées dans la gare, nous recueillons un petit morceau de moule d'une coquille de Céphalopode, un moule de Pleurotomaire, des dents de requins, que les habitants du pays appellent des becs d'oiseau.

Vis-à-vis de cette exploitation, du côté opposé de la rue, est la demeure d'un Directeur de phosphatières, M. Léonce Godefrin, dont l'exploitation est située dans l'angle des deux routes de Blaringhem et de Floringhem. De nombreux trous, cette fois non remblayés, mais remplis d'eau, percent le champ qui s'étend derrière cette maison, ce qui nous empêche de faire la moindre observation. Heureusement, M. L. Godefrin voulut bien nous donner quelques renseignements sur ces gîtes. La couche de sable vert qui renferme les phosphates, nous a-t-il dit, est d'épaisseur très variable ; ici elle a 0m30, là 1m20 ; néanmoins la puissance ordinaire et moyenne de la couche est d'environ 0m60. Les phosphates s'y rencontrent en deux, parfois trois lits réguliers, facilement exploitables par simple lavage, et aussi disséminés dans toute la masse. Ce sable vert est surmonté par une marne blanchâtre qu'on a dû traverser pour l'atteindre, dans les trous creusés dans cette prairie ; il repose tantôt directement sur le tun, c'est-à-dire sur le schiste bigarré paléozoïque, tantôt sur une argile noire peu épaisse qui le sépare des terrains primaires. Nous estimons que la marne crayeuse supérieure

est la même que celle qu'on exploitait jadis près du Calvaire de Pernes, pour en faire du ciment ; on y a trouvé, nous a-t-on dit, une fléchette ; peut-on plus naïvement et plus exactement décrire, en la comparant à ce jouet devenu populaire dans nos contrées, la forme renflée vers la pointe du *Belemnites plenus* ?

Quel âge peut-on, sur ces données, assigner aux phosphates de Pernes ? Ils sont inférieurs à la zône à *Belemnites plenus* et supérieurs à l'argile noire, qui est évidemment la même que les puits de mines ont atteinte à Liévin, Bully, Roucourt, etc., sous le poudingue et la glauconie (*tourtia*) ; on sait que cette argile appartient à la zône à *Ammonites inflatus*. Ces sables ne seraient donc pas albiens, mais cénomaniens ; c'est du reste l'âge que leur assigne l'auteur de la carte géologique. Or on sait, par les travaux de M. Ch. Barrois, que le niveau des phosphates cénomaniens est la zône à *Ammonites laticlavius*. On la connaît développée dans tout le crétacé anglais sous le nom de *chloritic marl* et elle forme un niveau constant dans tout le bassin crétacé de la Manche. Cette zône, que M. Barrois avait primitivement réunie à celle à *Pecten asper*, qui lui est inférieure, devrait maintenant, d'après les recherches plus récentes du même savant, être plutôt rattachée à la zône supérieure à *Holaster subglobosus*, à laquelle elle passe insensiblement, ou tout au moins former une zône spéciale, bien caractérisée par sa faune. C'était donc le moment de regarder et d'étudier les fossiles que nous avions recueillis ; nous avons déterminé :

Otodus appendiculatus Ag.
Turrilites Bergeri Sharpe.
Pleurotomaria perspectiva d'Orb.
Natica sp.
Ostrea phyllidiana Lamck.
O. Ricordeana d'Orb.
O. conica ? Sow.
O. vesiculosa Guer.
Plicatula inflata Sow.
Pecten asper Lamck.
Spondylus striatus Goldf.
Terebratula Dutempleana d'Orb.
Spongiaires nombreux.
Bois fossile.

Nous ajouterons à cette liste que les *Ostrea phyllidiana* et *vesiculosa* sont très nombreuses, ainsi que les débris de *Pecten asper*; presque tous les nodules de phosphate de chaux sont des éponges à contours bien nettement conservés; du reste, quand on regarde au microscope une coupe mince de ces nodules, on les voit farcis de spicules d'éponges encore en place formant un véritable feutre dans lequel s'est concrétionné le phosphate calcique aujourd'hui si recherché comme engrais; les caractères des spicules montrent que ces éponges appartiennent à la grande famille des *Hexactinellidae*.

Cette liste, comparée à celles que donne M. Ch. Barrois (1), semble indiquer, de la manière la plus nette, que les couches qui renferment les fossiles cités appartiennent certainement à la zône à *Pecten asper*. On pourrait comparer cette position des nodules phosphatés à celle qu'ils occupent dans l'Argonne et le Rethelois, entre Attigny et Rocquigny, en particulier dans la tranchée du chemin de fer de Monclin, dans le vallon de Machéroménil et au Calvaire de Wasigny (2). La liste de fossiles que nous avons donnée a de grandes analogies avec celle que M. Barrois dresse pour les espèces qu'il a récoltées à Savigny (3); enfin on ne peut méconnaître la grande analogie de cette faune avec celle de Sassegnies (4). D'autre part, il faut avouer que la présence de *nombreux* nodules de phosphate de chaux, celle des éponges si abondantes à ce niveau en Angleterre, semblent indiquer aussi la présence de la zône à *Ammonites laticlavius*; on a trouvé du reste dans la fosse Sainte-Pauline à Liévin, ces deux zônes

(1) *Ch. Barrois* : Recherches sur le terrain crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande. Mémoires soc. géol. du Nord, t. I, mém. n° , 1876. — Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. Ann. soc. géol. du Nord, t. V, p. 227, 1878.

(2) *Ch. Barrois* : Crétacé des Ardennes, p. 309-313.

(3) *Ch. Barrois* : Loc. cit., p. 330.

(4) *Ch. Barrois* : Loc. cit., p. 340.

superposées, ainsi qu'à Guesnain et Roucourt. D'ailleurs, on sait que, dans cette partie du bassin, il n'existe pour ainsi dire pas de différence réelle entre les deux zônes.

Vers le sommet de la colline sur laquelle monte la route de Lillers, on exploite de la craie blanche, grasse, contenant des silex noirs à croûte blanche et des morceaux d'Inocérames. Elle est percée de nombreux puits, remplis d'une argile sableuse d'un brun-verdâtre, avec taches d'un jaune-rougeâtre ; on y retrouve les gros silex de la craie, mais ils sont noircis, ce qui ne semble tenir qu'à la disparition de la croûte blanche qu'on observe à leur surface quand on les recueille dans la craie même.

En revenant vers la gare par la même route que nous avions suivie à l'arrivée, nous nous élevons sur un chemin qui s'embranche à notre gauche avant d'arriver au pont de a Clarence. La même craie, base de la zône sénonienne à *Micraster coranguinum* et *Inoceramus involutus*, s'y montre bizarrement découpée par des poches renfermant toujours la même argile sableuse brun-verdâtre, moucheté de taches ocreuses, que nous avions déjà observée sur la route de Lillers. Les silex noircis, parfois très volumineux, tapissent les bords souvent verticaux des puits en question ; par contre, on ne les trouve jamais au milieu de ces cavités. Dans un endroit, un mince lit tabulaire de silex, qui séparait deux bancs de craie, se continue de part et d'autre de la poche, mais on n'en trouve plus aucune trace dans l'argile qui a rempli la cavité.

Cette argile à silex (M de la Carte géologique détaillée de la France) couvre tout le plateau ; les silex y sont entiers et n'y présentent aucune trace d'usure, si ce n'est, comme nous l'avons déjà indiqué avec insistance, la disparition de la croûte blanche, phénomène que nous croyons dû à une *dissolution par l'eau qui a enlevé aussi la craie pour former les poches*.

Le sommet de la colline est formé par un limon argilo-sableux, reposant soit immédiatement sur la craie, soit sur l'argile à silex que nous venons de voir la recouvrir. Ce limon semble même plus argileux à sa base et renferme à ce niveau des cailloux anguleux ou silex brisés, qui constituent parfois des amas considérables. Nous observons un de ces amas adossé, sous un angle de 45°, à un *bonhomme* de craie, de l'autre côté duquel est une poche remplie par l'argile à silex ; le voisinage des deux formations nous rend bien facile la comparaison des deux roches : le limon, plus sableux, plus jaune et dépourvu de toute tache ocreuse, contient des silex *brisés blanchâtres;* l'argile renferme des silex *entiers noirs.*

Cette observation termina notre excursion que nous résolûmes de raconter à nos confrères ; nous ne leur avons pas appris, il est vrai, rien de bien neuf, mais nous espérons au moins avoir excité leur curiosité, et notre ambition sera satisfaite, si nous voyons quelqu'un d'entre eux nous imiter et venir apporter sa petite contribution à l'étude de la géologie locale.

M. Ortlieb fait la communication suivante :

Fossiles diluviens *trouvés à Willems,*
par M. **Ortlieb.**

Il y a quelques mois, j'ai eu l'honneur de vous entretenir des sondages entrepris dans la vallée de la Marque dans le but d'alimenter d'eau la ville de Roubaix.

Dans la fouille n° 63 exécutée à Willems à l'endroit dit la Fontaine des Lisières, on a rencontré, vers cinq mètres de profondeur ([1]) une couche de gravier calcaire et fossilifère entremêlée de gros silex verdis du tertiaire inférieur. L'en-

(1) Voir *Annales de la Soc. géol. du Nord*, t. X, p. 234.

semble de ce mélange impressionne comme pouvant être les alluvions de la Marque pendant l'époque quaternaire. Ce gravier renferme beaucoup de fossiles d'une assez belle conservation, mais d'une extrême fragilité. Feu M. Colbeau de Bruxelles a bien voulu les examiner en 1873. Je pense qu'il peut être intéressant pour la connaissance de la faune diluvienne du département du Nord de conserver la liste des espèces reconnues par le savant malacologue. La liste ci-dessous que j'ai transcrite telle que Colbeau me l'a remise donne aussi une idée du degré relatif d'abondance de chaque espèce.

Du terrain diluvien inférieur; assise à fossiles terrestres et fluviatiles. Zône locale. Localité : Willems (département du Nord).

Limax agrestis L.?	1 exemplaire.
Succinea putris L.?	1 exemplaire petit ; peut-être de la variété *oblongata*.
Zonites nitidulus Drap.	10 exemplaires; tailles diverses.
Helix rotundata Mill.	10 exemplaires.
— *pulchella* Mill.	1 exemplaire.
— *nemoralis* L. ?	1 exemp. très jeune, au sortir de l'œuf.
Bulimus subcylindricus L	1 exemplaire.
Clausilia » ?	1 exemplaire, très-jeune.

Malgré l'ancienneté de ce dépôt, la courte liste qui précède permet de constater l'identité de la faune diluvienne du bassin de la Marque avec notre faune actuelle.

M. **Ch. Barrois** rappelle qu'il a donné jadis (1) dans nos *Annales* une liste de fossiles, ramassés par lui dans une argile crayeuse blanchâtre au S. de Lucquy (Ardennes), alluvion ancienne du ruisseau de Saulces, et déterminés par M. Tournoüer. Il serait intéressant de la comparer à celle de Willems.

(1) *Annales soc. géol. du Nord*, t. V, p. 114.

Séance du 19 Mars 1884.

M. Achille Six lit les communications suivantes :

Les Fougères du terrain houiller du Nord, *par M.* Ach. Six.

« La famille des Fougères est, avec les Conifères, celle qui » présente le plus grand nombre de représentants à l'état » fossile dans la série entière des formations géologiques, et » c'est, sans aucun doute, une des plus intéressantes à con- » sidérer sous ce point de vue. En effet, cette famille si » nombreuse, et si généralement répandue sur la surface » entière du globe dans le monde actuel, se montre avec des » caractères presque identiques, même spécifiquement, dans » un grand nombre de cas, dans les terrains les plus anciens, » parmi ceux qui recèlent des restes de végétaux. C'est » même dans ces couches anciennes, composant la forma- » tion houillère, que cette famille est prédominante. »

Ces paroles d'Adolphe Brongniart, que j'avais lues jadis dans le *Dictionnaire universel d'histoire naturelle* me sont revenues à l'esprit en parcourant un mémoire sur les fructifications des Fougères du terrain houiller que M. Zeiller vient de publier dans les *Annales des sciences naturelles*. Une liste des fougères du terrain houiller du nord de la France insérée par le même savant dans le *Bulletin de la Société géologique de France* complète ce travail et sera pour moi un prétexte d'entretenir la Société d'un sujet si intéressant pour elle (1).

(1) *R. Zeiller* : Fructification des Fougères du terrain houiller Ann. des sc. nat., 6e sér., Bot., t. XXI, p. 177-209, pl 9-12, et t. XVII, p. 130.

D. Stur ; Zur Morphologie und Systematik der Culm und Carbonfarne, Wien, 1883.

R. Zeiller : Note sur le terrain houiller du nord de la France. Bull. soc. géol. de France, 3e série, t. XII, p. 189.

Je ne ferai pas l'historique d'une question qui a beaucoup occupé les botanistes et les géologues, car on a écrit une foule de mémoires sur les fougères fossiles, et il me suffira de citer les noms d'Ad. Brongniart, Goeppert, Oswald Heer, Ettingshausen, Unger, de Saporta, Grand'Eury, Renault, Schimper, pour évoquer immédiatement à l'esprit de tous l'admirable série de travailleurs auxquels est venu se joindre M. Zeiller. Les géologues qui ont ramassé des fougères fossiles, ayant besoin de les distinguer pour tirer de leur trouvaille une caractéristique de terrain, les ont classées et divisées d'après la forme extérieure des lobes ou pinnules de l'appendice foliaire ou fronde, comme on l'appelle chez ces plantes.

Le mode de disposition des nervures qui la parcouraient était encore un caractère qui leur servait à établir des genres ; on ne se préoccupait alors que peu ou point de les comparer aux fougères actuelles. Mais le progrès des études aidant, on parvint, à force de recherches, à s'assurer que des formes qu'on avait jadis distribuées dans plusieurs genres appartenaient à un seul et même arbre ; dès lors le nombre des genres primitivement distingués diminua et les restaurations de ces anciennes périodes géologiques, de leur climat et de leur végétation purent acquérir sous la plume d'éminents paléophytologues un caractère de précision et de fidélité jusqu'alors inconnu. Pourtant on n'avait pas reconnu encore les rapports qui existent entre les fougères de l'époque houillère et celles qui croissent aujourd'hui dans les contrées chaudes et humides de notre globe, sur les rivages et dans les îles de mers tropicales.

En effet, les botanistes divisaient les fougères actuelles d'après la disposition des sporanges, c'est-à-dire des organes reproducteurs et la conformation de l'anneau qui détermine la direction de la ligne de déhiscence [1]. Ils distinguaient

(1) *Van Tieghem :* Traité de botanique, p. 1254.

ainsi six familles: Hyménophyllées, Cyathéacées, Polypodiacées, Gleichéniées, Osmondées, Schizéacées ou Lygodiées, plaçant à côté d'elles le petit ordre des Marattioïdées, contenant les Marattiacées et les Ophioglossées. Les géologues, après avoir multiplié extraordinairement les genres de fougères fossiles, finirent par n'en plus distinguer que cinq familles :

1° Les Sphénoptéridées, caractérisées par leurs nervures pennées ou bipennées à la base.

2° Les Névroptéridées, dont les nervures dichotomes sont disposées en éventail et partent de la base des segments.

3° Les Pécoptéridées à nervures secondaires pennées, dichotomes.

4° Les Tænioptéridées à nervures secondaires très rapprochées, montant à angle droit d'une forte nervure primaire.

5° Les Dictyoptéridées à nervures anastomosées en réseaux.

Les paléophytologues, chargés d'accorder les deux classifications, avaient bien remarqué que dans les quelque cent-cinquante Sphenopteris connus, par exemple, les unes rappelaient les Polypodiacées, les autres les Hyménophyllées; quelques Sphenopteris avaient aussi été comparées aux Gleichéniées, mais il existait toujours cette grande division entre fougères actuelles et fougères fossiles. L'étude en plaque mince des graines et des tissus des plantes silicifiées a déjà donné et donnera surtout de merveilleux résultats dans cette recherche, mais il n'est pas de première nécessité que la silice en solution soit venue durcir et fossiliser ces végétaux, pour que leur structure ou au moins leur apparence extérieure nous soit parfaitement conservée. Les caractères sur lesquels est établie la classification des fougères sont tirés de la forme extérieure de certaines parties de ces cryptogames et il suffit que ces parties nous soient conservées assez intactes pour que nous puissions rattacher le végétal qui les porte à une quelconque des grandes divisions de leurs descendants actuels.

Or, M. Zeiller a pu étudier une série d'échantillons de fougères provenant de nos houillières du Nord et du Pas-de-Calais et, parmi eux, des frondes fertiles, dont les sporanges, transformés en charbon, permettaient une étude microscopique de leurs caractères extérieurs. Il a pu, grâce à cette bonne conservation des spécimens, distinguer un certain nombre de formes appartenant aux différentes familles de fougères connues et, en leur donnant de nouveaux noms, les faire rentrer dans la classification à la place qui leur convenait. C'est ainsi que certains Sphenopteris (Renaultia, Crossotheca) et Pecopteris (Dactylotheca), les Myriotheca, Calymmatotheca appartiennent à la famille des Marattiacées, que certains Sphenopteris (Grand'Eurya Zeiller non Stur) sont des Bothryoptéridées, que d'autres formant le nouveau genre Oligocarpia sont des Gleichéniées, d'autres (Hymenophyllites) sont des Hyménophyllées, etc. On lira avec intérêt dans le mémoire original les détails de ce bouleversement dans la classification ; nous ne pouvons, en effet, insister davantage sur la partie botanique de ce travail et nous nous bornerons à citer les formes des fougères reconnues par M Zeiller dans le terrain houiller du Nord ; cette liste a pour nous une importance toute spéciale et par son caractère même et par la forme que nous nous sommes permis de lui donner, rentre plutôt dans les limites géologiques et stratigraphiques que nous impose le titre de notre Société.

M. Zeiller divise le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais en trois régions : la région inférieure, la région moyenne et la région supérieure. Rappelons que dans des travaux de paléontologie stratigraphique (¹), M. l'abbé Boulay

(1) *Abbé N. Boulay* : Le terrain houiller du nord de la France et ses végétaux, 1876.
Id. Recherches de paléontologie végétale sur le terrain houiller du nord de la France, 1879.
Gosselet : Quelques réflexions sur la structure et l'âge du terrain houiller du nord de la France. Ann soc. géol. du Nord, t. IV, p. 139.
Id. Esquisse géologique du nord de la France, 1880, p. 151.

avait distingué quatre zônes correspondant aux quatre divisions adoptées par les ingénieurs : zône inférieure ou des charbons maigres, zône moyenne ou des charbons demi-gras, zône supérieure ou des charbons gras, enfin, la zône des charbons à gaz ou Flénu. Ces divisions, adoptées par M. Gosselet dans son *Esquisse géologique du nord de la France* sous les noms de zône de Vicoigne, d'Anzin, de Denain et de Bully-Grenay, se retrouvent dans le travail de M. Zeiller qui semble réunir dans sa région supérieure les deux zônes supérieures des autres auteurs.

D'ailleurs, afin de faciliter la comparaison entre les localités citées dans la liste qui suit, nous rappelons aussi que la zône des charbons maigres est exploitée à Fresnes, Vieux-Condé, Vicoigne, Carvin, Oignies, Annœullin ; la zône des charbons demi-gras à Anzin, Aniche, l'Escarpelle, Meurchin, la zône des charbons gras dans tout le bassin et la zône du flénu à Liévin, Bully-Grenay, Bruay, Marles, Lens, Vermelles, Nœux, Dourges.

M. Zeiller a reconnu les genres et espèces de fougères qui suivent :

Zône inférieure :

Sphenopteris obtusiloba Brongt. = *Sph. irregularis* Andrae : assez répandu partout.
Sph. trifoliata Artis sp. : Vieux-Condé.
Sph. Hœninghausi Brongt. : abondant partout.
Sph. Laurenti Andrae : Vicoigne.
Diplotmema furcatum = *Sphenopteris furcata* Brongt.
Nevropteris acuminata Schloth. sp. : Vieux-Condé.
N. flexuosa Sternb. : Vicoigne, Vieux-Condé.
? *N. tenuifolia* Schloth. sp.
N. heterophylla Brongt. = *N. Loshi* Brongt. : Vieux-Condé.
Odontopteris obliqua = *Pecopteris obliqua* Brongt. = ? *Odont. britannica* Gutb.
Mariopteris nervosa = *Pecopteris nervosa* Brongt.

M latifolia — *Pecopteris latifolia* Brongt. — *Pceopteris acuta* Brongt. — *Pecopteris Loshi* Brongt. : Vieux-Condé.
Alethopteris Serlii Brongt. sp.: Annœullin.
Al. lonchitica Schloth. sp. : Vieux-Condé, Vicoigne.
Al. Davreuxi Brongt. sp.: Vieux-Condé.
Lonchopteris rugosa Brongt.
L. eschweileriana Andrae : Vieux-Condé.
Pecopteris pennaeformis Brongt. — *Pec. aequalis* Brongt.: Fresnes.
P. aspera Brongt.: Vieux-Condé, Annœullin.
Dactylotheca dentata = *Pecopteris dentata* Brongt. — *Pecopteris plumosa* Brongt. — *Pec. delicatula* Brongt.
Megaphyton Souichi Zeiller : Raismes.
M. giganteum Goldenberg : Raismes.

Zône moyenne :

Sphenopteris obtusiloba Brongt.
Sph. trifoliata Artis sp. : Aniche, l'Escarpelle, Anzin.
Sph. nummularia Gutb. = *Sph. convexiloba* Schimper.
Sph. Hœninghausi Brongt.
? *Sph. trichomanoïdes* Brongt.: Anzin.
Sph. macilenta Lindl. et Hutt.: Meurchin.
Hymenophyllites delicatula = *Sphenopteris delicatula* Sternb. — *Sph. quadridactylites* Gutb.
H. herbacea = *Sphenopteris herbacea* Boulay : Aniche, Anzin.
Grand'Eurya Essinghi = *Sphenopteris Essinghi* Andrae : Aniche.
Gr. ? coralloïdes = *Sphenopteris coralloïdes* Gutb.: Aniche.
Diplotmema furcatum Brongt. sp.
Nevropteris acuminata Schloth. sp. : Anzin.
N. gigantea Sternb.: Aniche, l'Escarpelle.
N. flexuosa Sternb.
N. tenuifolia Schloth. sp.
N. heterophylla Brongt.: Meurchin ; abondant.
Odontopteris obliqua Brongt.
Mariopteris nervosa Brongt. sp.
M. muricata Schloth. sp.
M. latifolia Brongt. sp.
Alethopteris Serlii Brongt. sp. : Anzin, etc.
Al. lonchitica Schloth. sp. : Aniche.
Al. Mantelli Brongt. sp. : Meurchin, Ferfay.

Al. gracillima Boulay : Anzin, l'Escarpelle.
Al. Davreuxi Brongt. sp.
Lonchopteris rugosa Brongt.: Meurchin, Aniche.
Pecopteris pennaeformis Brongt. : Anzin.
Dactylotehca dentata Brongt. sp.
Aphlebia crispa Gutb. sp. : Aniche.

Zône supérieure :

Sphenopteris obtusiloba Brongt. : abondant; Bully-Grenay.
Sph. nevropteroides Boulay = *Pecopteris nevropteroides* Boulay : Dourges, Courrières, Lens, Bully-Grenay, Marles, Liévin (abondant).
Sph. Schillingsi Andrae : Vendin, Nœux.
Sph. polyphylla Lindl. et Hutt.: Lens, Bully-Grenay.
Sph. trifoliata Artis sp. : Courrières.
Sph. nummularia Gutb.
Sph. mixta Schimper.
Sph. stipulata Gutb.
Sph. trichomanoides Brong.: Bully-Grenay.
Sph. lanceolata Gutb. = *Sph. acutiloba* Andræ non Sternb.: Dourges, Liévin, etc.
Sph. macilenta Lindl. et Hutt. : Dourges, Liévin, etc.
Sph. spinosa Gœpp.
Renaultia chaerophylloïdes = *Sphenopteris chaerophylloïdes* Brongt. Bully-Grenay, Lens, Liévin, Dourges, etc.
Hymenophyelites delicatula Sternb.
H. Bronni = *Sphenopteris Bronni* Gutb.: Lens.
H.? herbacea Boulay sp.: Lens, etc.
Oligocarpia formosa = *Sph. formosa* Gutb : Bully-Grenay, Lens, Liévin.
Grand'Eurya coralloïdes Gutb sp.: Ferfay.
Crossotheca Crepini = *Sphenopteris Crepini* Zeiller : Lens, Liévin, Bully-Grenay.
Diplotmema acutilobum = *Sphenopteris acutiloba* Sternb.: Courrières, Bully-Grenay, Liévin.
D. furcatum Brongt. sp.
Myriotheca Desaillyi Zeiller : Liévin.
Calymmatotheca asteroïdes Lesq. sp. : Dourges.
Nevropteris Scheuchzeri Hoffm. : Dourges, Bully-Grenay, Lens, Liévin, etc.

N. gigantea Sternb.: Courrières, Bully-Grenay, Nœux.
N. flexuosa Sternb. : Bully-Grenay, Nœux, etc.
N. tenuifolia Schloth. sp. : Dourges, Courrières, Liévin, Bully-Grenay, Nœux, Marles, etc.
N. heterophyla Brongt. : Bully-Grenay.
N. rarinervis Bunb. = *N. attenuata* Boulay, non Lindl. et Hutt.: abondant; Dourges, Courrières, Lens, Liévin, Bully-Grenay, Marles, etc.
Dictyopteris sub-Brongniarti Gr.-Eury : très abondant.
D. Münsteri Eichw. sp. = ? *D. Hoffmanni* Rœm., Lens, Liévin, Bully-Grenay.
Odontopteris sphenopteroïdes Lesq.: Liévin, Bully-Grenay.
Mariopteris nervosa Brongt sp. : abondant ; Marles. etc.
M. muricata Schloth. sp.
M. latifolia Brongt sp.: Lens, Bully-Grenay.
Alethopteris Grandini Brongt. sp.; rare : Dourges, Lens, Liévin, Bully-Grenay.
Al. Serlii Brongt. sp.
Al. Davreuxi Brongt. sp. : Anzin, Douchy, etc.
Lonchopteris Bricei Brongt. = *L. Rœhli* Andræ : Anzin, Auchy-au-Bois.
Pecopteris integra — *Sphenopteris integra* Andræ : Bully-Grenay.
P. pennaeformis Brongt. : Auchy-au-Bois, Nœux, Bully-Grenay.
Asterotheca abbreviata — *Pecopteris abbreviata* Brongt.
A. crenulata = *Pec. crenulata* Brongt.: Dourges, Bully-Grenay, Marles, etc.
Dactylotheca dentata Brongt. sp.
Aphlebia crispa Gutb. sp., Nœux, etc.
Megaphyton approximatum Lindl. et Hutt. : Bully-Grenay.
Caulopteris ? Bully-Grenay.

En résumé, nous voyons que, dans cette belle flore de l'époque houillère qui a ombragé notre pays alors chaud et humide, les Sphénoptéridées tiennent la première place par la variété de leurs formes, mais sontmoins abondantes comme nombre d'individus que les Névroptéridées et les Dictyoptéridées ou Alethoptéridées dont les empreintes sont de beaucoup plus fréquentes. Les Pécoptéridées ne viennent qu'en quatrième ordre. Le *Mariopteris nervosa*, qu'on doit peut-être rattacher au groupe des Névroptéridées, peut être con-

sidéré, à cause de sa fréquence, comme caractéristique de notre terrain houiller.

Nous donnons ci-après le tableau résumé de la distribution des fougères houillères par zônes et par familles ; on verra que la classification adoptée par M. Zeiller est légèrement différente de celle que nous avons donnée plus haut. Cela a peu d'importance, étant donné que ces familles, fondées sur des caractères tous artificiels doivent nécessairement disparaître un jour, quand on les aura démembrées pour distribuer les genres et les espèces qui les forment dans des groupes naturels établis par les botanistes.

	Zône inférieure.	Zône moyenne.	Zône supérieure.
Sphénoptéridées.			
Sphenopteris obtusiloba Brongt.	1	1	ab.
Sph. nevropteroïdes Boulay.			1
Sph. Schillingsi Andræ.			1
Sph. polyphylla Lindl. et Hutt.			1
Sph. trifoliata Artis sp.	1	1	1
Sph. nummularia Gutb.		1	1
Sph. Hœninghausi Brongt.	ab.	1	
Sph. Laurenti Andræ.	1		
Sph. mixta Schimper.			1
Sph. stipulata Gutb.			1
Sph. trichomanoïdes Brongt.		?	1
Sph. lanceolata Gutb.			1
Sph. macilenta Lindl. et Hutt.		?	1
Sph. spinosa Gœpp.			1
Renaultia chaerophylloïdes Brongt.			1
Hymenophyllites delicatula Sternb.		1	ab.
H. Bronni Gutb. sp.			1
H. ? herbacea Boulay sp		1	1
Oligocarpia formosa Gutb. sp.			1

	Zône inférieure.	Zône moyenne.	Zône supérieure.
Grand'Eurya Essinghi Andrae sp.			
Gr.? coralloïdes Gutb. sp			ab.
Crossotheca Crepini Zeiller.			1
Diplotmema acutilobum Sternb. sp.			1
D. furcatum Brongt. sp.	1	1	1
Myriotheca Desaillyi Zeiller.			1
Calymmatotheca asteroïdes Lesq.			1
Névroptéridées.			
Nevropteris Scheuchzeri Hoffm.			1
N. acuminata Schloth. sp.	1	1	
N. gigantea Sternb.		1	1
N. flexuosa Sternb.	1	1	1
N. tenuifolia Schloth. sp.	?	1	ab.
N. heterophylla Brongt.	ab.	ab.	1
N. rarinervis Bunb.			1
Dictyopteris sub-Brongniarti Grand-Eury.			ab.
D. Münsteri Eichw. sp.			1
Odontoptéridées.			
Odontopteris sphenopteroïdes Lesq.			1
O. obliqua Brongt.	1	1	
Mariopteris nervosa Brongt. sp.	1	1	ab.
M. muricata Schloth. sp.		1	1
M. latifolia Brongt. sp.	1	1	1
Aléthoptéridées.			
Alethopteris Grandini Brongt. sp.			1
Al. Serlii Brongt sp.	?	1	ab.
Al. lonchitica Schloth. sp.	1	1	
Al. Mantelli Brongt. sp.		1	
Al. gracillima Boulay.		1	
Al. Davreuxi Brongt. sp.	1	1	ab.
Lonchopteris rugosa Brongt.	1	1	
L. Bricei Brongt.			1
L. eschweileriana Andræ.	1		

	Zône inférieure.	Zône moyenne.	Zône supérieure.
Pécoptéridées.			
Pecopteris integra Andræ sp.		1	1
P. pennaeformis Brongt.	1		1
P. aspera Brongt.	1		
Astherotheca abbreviata Brongt. sp.			1
A. crenulata Brongt. sp.		1	1
Dactylotheca dentata Brongt. sp.	1	1	1
Aphlebia crispa Gutb. sp.			1
Troncs de Fougères.			
Megaphyton approximatum, Lindl. et Hutt.			1
M. Souichii Zeiller.	1		
M. giganteum Goldenb.	1		
Caulopteris ?			1

Plusieurs espèces y sont citées pour la première fois non seulement dans le Bassin houiller du Nord, mais encore en France ; quelques-unes n'avaient même pas été jusqu'à présent rencontrées en Europe. C'est ainsi, par exemple, que *Sphenopteris polyphylla* n'était connu qu'en Angleterre ; *Sph. Laurenti* à Eschweiler ; *Grand'Eurya Essinghi* à Eschweiler et en Belgique ; *Crossotheca Crepini* aux mines du Levant du Flénu, à Mons ; *Sphenopteris spinosa* à Sarrebrück et en Belgique, *Sph. mixta* et *Odontopteris sphenopteroïdes* aux États-Unis, etc.

Rappelons pour terminer qu'on avait déjà rapporté quelques fougères fossiles aux familles et même aux genres actuellement existants ; l'éocène de Sézanne renferme des Cyathéacées ; on connaît soixante espèces tertiaires de Polypodiacées ; il y a eu des Gleichéniées crétacées et jurassiques, des Schizéacées et des Osmondées jurassiques, crétacées

tertiaires. Les travaux de M. Zeiller ont beaucoup augmenté ce nombre et cependant les observations du savant phytologue n'ont encore porté que sur quelques espèces, mais tout nous fait espérer qu'il pourra rapidement poursuivre cette étude, dont le grand résultat sera de remettre en leur véritable place les différents types qui composent ce grand chaos à éléments si hétérogènes des fougères houillères. Ainsi, peu à peu, se vérifie cette parole d'Ad. Brongniart, que je rappelais au commencement de cet article : « Les fougères se montrent avec des caractères presque identiques dans les terrains les plus anciens et à l'époque actuelle. »

Un **oiseau landénien en Belgique.**

Analyse d'une note de M. **Dollo**. (1)

par M. **Achille Six.**

En 1855, M. Gaston Planté, alors Préparateur au Conservatoire des Arts et Métiers, et le même qui cinq ou six ans plus tard devait illustrer son nom par l'invention des piles secondaires, devenues aujourd'hui les puissants accumulateurs que l'on sait, trouva au Bas-Meudon, dans une mince couche formée de galets de craie et de calcaire pisolithique contenant des coquillages d'eau douce (anodontes, paludines, cyclades, etc), un tibia ayant appartenu à un oiseau gigantesque que M. Hébert appela *Gastornis parisiensis*. Ce lit, épais de 60 centimètres au plus contient tant de débris de vertébrés (des tortues, un crocodile, un coryphodon) qu'on l'a appelé conglomérat ossifère ; c'est lui qui forme la base

(1) *L. Dollo* : Note sur la présence du *Gastornis Edwardsii* Lemoine dans l'assise inférieure de l'Etage landénien, à Mesvin, près Mons. Bull. du Musée royal d'hist. nat. de Belgique, t. II, 1883, p. 297, pl. XI.

de l'argile plastique. Ce même conglomérat fournit un peu plus tard à M. Hébert un fémur appartenant au même oiseau. Depuis ce temps, M. Hébert recueillit encore quelques débris de *Gastornis* à Passy et enfin on sait que dernièrement le Docteur V. Lemoine trouva aux environs de Reims des débris du même genre dans des couches inférieures au conglomérat de Meudon. Il en fit deux espèces, *G. Edwardsii* et *G. minor*. Le *G. Edwardsii* vient d'être trouvé en Belgique dans des couches semblables à celles qui ont fourni la faune Cernaysienne des environs de Reims. C'est M. Dollo qui a reconnu son existence d'après un fragment trouvé par M. Lemounier dans le landénien inférieur de Mesvin, près de Mons. Il n'est pas surprenant de retrouver ainsi sur divers points cette faune de vertébrés si richement représentée dans le bassin de Paris et qu'on y a cru longtemps localisée ; si nos couches tertiaires ne fournissent pas de débris de vertébrés, c'est qu'on ne les y cherche pas. Ces découvertes viennent éclairer les rapports des couches éocènes de notre pays avec celles de Paris. On sait par M. Rutot que le landénien du bassin flamand est divisible en deux assises, le landénien supérieur à *Lophiodon* et *Pachynolophus* et le landénien inférieur à *Simaedosaurus* et à *Gastornis* ; d'autre part, M. V. Lemoine distingue dans les couches tertiaires des environs de Reims ; le conglomérat de Cernay à *Arctocyon* et *Simœdosaurus* avec *Gastornis Edwardsii* et les sables à *Térédines*, à *Lophiodon*, *Pachynolophus* et à *Gastornis parisiensis*. Il n'est pas nécessaire d'insister davantage pour montrer l'équivalence de ces couches avec celles de notre bassin flamand. Ajoutons pour finir que, pour MM. Lartet et Owen, le *Gastornis* est un Echassier voisin des Rallides (râle, poule d'eau, poule sultane) ; pour MM. Hébert, A. Milne-Edwards et Lemoine, c'est un palmipède lamellirostre (cygne, oie, canard) à caractères aberrants : on voit qu'on est loin d'être d'accord sur cet oiseau.

Les **Crocodiles de Bernissart.**

1re Note de M. **L. Dollo.** (1)

Analysée par M. **Achille Six.**

En compagnie des Iguanodons, on a trouvé à Bernissart quatre Crocodiliens, dont deux grands ayant eu deux mètres de long et deux petits ne mesurant pas plus de 0m,80; les deux grands sont des *Goniopholis simus* Owen; M. Dollo crée pour les petits le nom de *Bernissartia Fagesii*. Je ne reproduirai pas ici la diagnose des genres et les détails sur les espèces reconnues par M. Dollo; j'essaierai seulement d'insister sur le point qui me semble le plus intéressant à considérer, à savoir les rapports qui existent entre les Crocodiles qui vivaient dans la vallée de Bernissart au commencement de l'époque crétacée et ceux qui habitent actuellement les embouchures et les deltas des grands fleuves sous les chauds climats de l'Afrique ou de l'Amérique, de l'Asie ou de l'Australie. Tous les Crocodiles, ou, pour parler plus exactement, les Crocodiliens qui peuplent actuellément ces régions peuvent se diviser en deux catégories bien différentes au premier coup d'œil : l'une, qui a pour type le Crocodile vulgaire qu'on trouve dans le Nil, ou l'Alligator du Mississipi, comprend ceux qui ont une large tête triangulaire plus ou moins allongée et auxquels M. Dollo donne pour cette raison l'épithète de brévirostres; l'autre comprenant le Gavial du Gange, renferme tous les Crocodiliens à museau très étroit et très allongé, presque cylindrique

(1) *L. Dollo*: Première note sur les Crocodiliens de Bernissart. Bull du Musée royal d'hist. nat. de Belgique, t II, 1883 p. 309, pl. XII.

Le caractère même de ce travail, qui n'est qu'une analyse, mise autant que possible à la portée de tous, d'un mémoire écrit par M. Dollo pour des zoologistes de profession, fera excuser les détails que je me permets de rappeler ici.

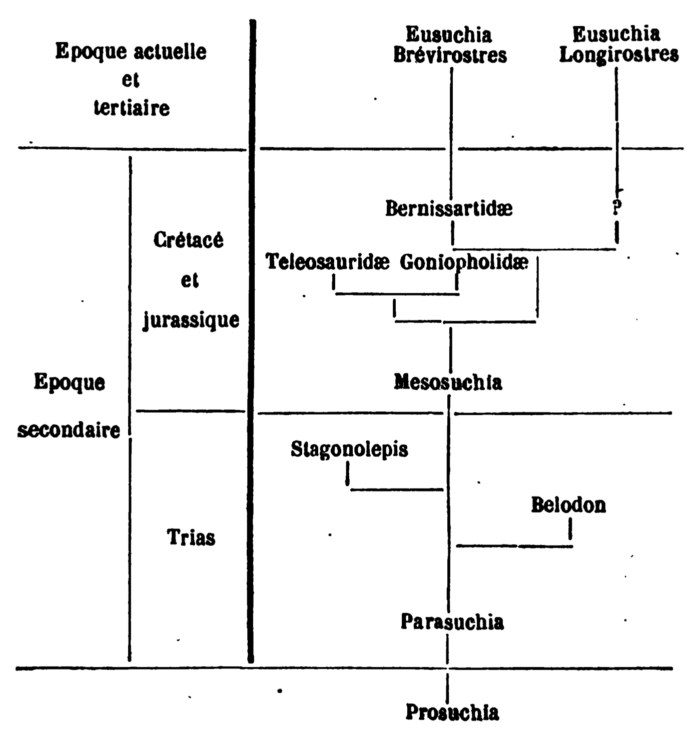
et renflé à son extrémité, en un mot les longirostres. On retrouve ces deux catégories dans les Crocodiliens fossiles; les Téléosaures sont des Gavials secondaires, les Goniopholis représentent les Crocodiles du même âge. Mais si l'on vient à examiner avec un peu d'attention un crâne de Téléosaure et qu'on le compare à celui d'un Gavial, on voit bientôt entre les deux une différence marquée. Les narines que le Crocodile porte à l'extrémité de son museau se prolongent en un conduit osseux qui va déboucher dans la cavité buccale de l'animal par des trous ou narines internes situés, chez le Gavial sous la partie postérieure, chez le Téléosaure sous la partie moyenne du crâne. La même différence existe entre les Crocodiles ou les Alligators et les Goniopholis. Les plus anciens Crocodiles connus, qui ont vécu pendant l'époque triasique, n'ont même pas du tout de conduit osseux et leurs cavités nasales s'ouvrent immédiatement dans la bouche par des ouvertures situées au-dessous de la partie antérieure du crâne. On peut ainsi déterminer l'âge géologique d'un Crocodilien fossile d'après la distance à laquelle les narines internes se trouveront de l'extrémité du museau. Les os qui concourent à former ce conduit nasal sont les palatins et les ptérygoïdiens qui se prolongent sous forme de lames osseuses; quand les narines viennent déboucher sous la partie moyenne du crâne, il n'y a que les palatins qui soient mis à contribution et ce n'est que dans les Crocodiles tertiaires et actuels que les ptérygoïdiens viennent se joindre à eux. Le Professeur Huxley s'est appuyé sur ce caractère pour diviser les Crocodiliens vivants et fossiles en trois grandes classes: les *Parasuchia*, les *Mesosuchia* et les *Eusuchia*. Ces classes sont, comme l'a l'a montré M. Dollo, très nettement délimitées, mais il faut bien reconnaître que le caractère employé est tout artificiel et que, si la limite indiquée pour les distinguer est bien facile à saisir, on n'en distingue pas moins une transition insensible

de l'une à l'autre. Ainsi les *Parasuchia* finissent lorsque commencent les *Mesosuchia*, c'est-à-dire dès que les lames ventrales des os palatins commencent à se réunir sur la ligne médiane ; les *Eusuchia* viennent les remplacer aussitôt que les lames ventrales des ptérygoïdiens se réunissent. Les *Parasuchia* comprennent les Crocodiles triasiques (Belodon, Stagonolepis) ; les *Mesosuchia* renferment les Crocodiles jurassiques et wealdiens (*Steneosaurus*, *Mystriosaurus*, *Teleosaurus*, *Goniopholis*, etc.) ; les *Eusuchia* sont les Crocodiles crétacés, tertiaires et actuels (Gavial, Alligator, Caïman, Crocodile) Le *principe des conditions d'existence* de Cuvier nous fait tout naturellement supposer que la modification apportée dans le type crocodile par le déplacement de ces ouvertures ou choanes, comme on les appelle, n'est pas la seule qui puisse servir à distinguer les trois classes établies par Huxley. En effet, et pour n'en citer qu'un, nous dirons qu'on peut se servir de la forme des vertèbres comme d'un bon caractère de classification ; les centres des vertèbres des *Parasuchia* et des *Mesosuchia* sont amphicœles, c'est-à-dire sont terminés par des surfaces creuses aussi bien du côté de la tête que du côté de la queue de l'animal ; chez les *Eusuchia*, les centres des vertèbres sont procœles, en général, c'est-à-dire qu'elles ne sont creuses que d'un côté, et que le creux est tourné en avant, vers la tête de l'animal.

On divise, comme je l'ai déjà dit, les Crocodiliens actuels ou *Eusuchia* en trois familles : *Gavialidae*, *Crocodilidae*, *Alligatoridae*. De la même façon, on distinguera dans les *Mesosuchia* : *Teleosauridae*, *Goniopholidae*, *Bernissartidae*. Laissons de côté les *Teleosauridae* : nous savons déjà que ce sont les Gavials des *Mesosuchia* et ne nous occupons plus que des deux autres familles, dont les types sont représentés à Bernissart. Je signalerai rapidement les différences qui existent entre ces deux nouvelles familles.

Les choanes des *Bernissartidae* se rapprochent plus de

celles des *Eusuchia* que celles des *Goniopholidae*, qui ont plus de ressemblance avec celles des *Teleosauridae*. Chez les *Bernissartidae*, les fosses supra-temporales sont plus petites que les orbites, ce qui les rapproche des *Eusuchia*; l'inverse a lieu chez les *Goniopholidae*. L'armure ventrale des premiers ne constitue qu'un seul bouclier de plaques imbriquées; celle des seconds est divisée, comme chez les *Teleosauridae*, en deux boucliers, formés de plaques réunies par suture et ne constituant pas plus de dix séries longitudinales. En un mot les *Goniopholidae* sont très proches parents des *Teleosauridae*, les *Bernissartidae* se rapprochent plus des *Eusuchia*, tout en restant dans le groupe des *Mesosuchia*.



Outre les caractères de la famille, il en est un qui fera distinguer le *Goniopholis* du *Bernissartia*, c'est la présence dans le premier genre d'un éperon à l'angle ecto-crânial des plaques de l'armure dorsale, éperon qui fait défaut dans le second.

Nous attendrons la publication d'un travail plus étendu que promet M. Dollo pour en dire davantage sur les deux espèces trouvées à Bernissart. Nous ne pouvons pourtant terminer cette analyse sans reproduire comme conclusion l'arbre généalogique des Crocodiles (p. 217), tel que le donne M. Dollo ; ce tableau nous montre les *Teleosauridae* et les *Goniopholidae* comme des types spécialisés qui se seraient éteints sans laisser de descendants ; les *Bernissartidae* seraient la souche des crocodiles actuels, ce qui, à notre humble avis, est loin d'être prouvé.

M. **Ortlieb** présente ensuite à la Société une dent de mammouth (*Elephas primigenius*) qu'il a trouvé jadis à Hem dans un sable inférieur au limon. (1)

Cet échantillon est maintenant déposé au Musée d'Histoire naturelle.

Séance du 2 Avril 1884.

M. **Ernest Grégoire,** Chimiste à la Manufacture de glaces de Recquignies (Nord),

et la **Bibliothèque de la ville de Lille**

sont élus Membres titulaires.

M. Ch. Barrois fait les communications suivantes :

(1) Voir Ann. Soc. géol. du Nord, t. IV, p. 166.

Sur les ardoises à **Nereites** *de* **Bourg d'Oueil** (*Haute-Garonne*),

*par le D*r **Ch. Barrois.**

Pl. III.

Cette notice a pour objet de faire connaître de nouvelles découvertes faites dans les Pyrénées, pendant la dernière saison, par M. Maurice Gourdon. Dans le grand nombre des fossiles trouvés cette année par cet habile explorateur, ceux des ardoisières de Bourg (vallée d'Oueil) nous paraissent mériter une attention spéciale, comme indiquant l'existence dans les Pyrénées d'un niveau silurien qui n'y avait pas encore été signalé.

Description et position systématique des fossiles : Les figures de ces fossiles données ici (pl. III) permettent de reconnaître de suite leurs relations avec ces formes problématiques obscures, traces de vers, d'algues, ou de simples cailloux roulant sur la vase, qui préoccupent de nouveau les savants, depuis les recherches récentes de M. de Saporta et de M. Nathorst.

Barrande (1) les considérait en 1861 comme représentant la trace de certains crustacés ou mollusques, cheminant sur la vase : l'identité absolue de toutes les formes trouvées depuis dans les *couches à Nereites*, me paraît un argument sérieux contre cette opinion. Si en effet, on étudie nos figures avec soin, on sera frappé qu'au lieu des ressemblances vagues qu'offrent entre elles les pistes tracées sur une vase molle, elles présentent une identité absolue avec des formes fossiles trouvées à un niveau constant du silurien, en Angleterre, aux États-Unis, en Thuringe et en Portugal. Si nous figurons ici ces fossiles problématiques des Pyrénées françaises, ce n'est que pour permettre de juger de la constance

(1) *Barrande* : Bull. soc. géol. de France, 2e sér., t. XVIII, p. 283.

étonnante de ces formes, comparées à celles qui ont été décrites par MM. Murchison, Emmons, Richter, Delgado.

Les fossiles figurés ici (pl. III, fig. 1-3), appartiennent au groupe des *Nereitines* de Mac Leay; or la forme, l'aspect, les proportions des Nereitines pyrénéennes sont identiques à celles qui sont figurées dans la *Siluria* de 1839 (1). Murchison les rangeait sur l'autorité de Mac Leay parmi les Annélides du groupe des Nereidines, dans deux genres qu'il appelle *Nereites*, *Myrianites*. Les caractères de ces deux genres sont les mêmes; ce sont des corps allongés, composés d'un grand nombre de segments, chargés de soies et de cirrhes. D'après le plus ou moins de netteté de ces appendices, les deux genres se distinguent l'un de l'autre.

En 1844, E. Emmons (2) dans son mémoire sur le système taconique, figure un grand nombre de formes identiques des États-Unis.

M. Beyrich (3) rapprocha les *Nereites* des graptolithes; et M. Geinitz (4) en forma une famille nouvelle sous le nom de *Nereograpsus*. M. Geinitz avait cru reconnaître dans les lobes latéraux, considérés comme pieds par Mac Leay, des cellules, des loges, où habitaient les polypides de ces graptolithines. Ils formaient ainsi un groupe distinct des autres graptolithines par la présence d'un axe mou au milieu du canal central; le peu de consistance de cet axe expliquait leur aspect vermiforme.

D'Eichwald (5) Naumann, Schimper (6), comparent ces formes à des algues.

(1) *Murchison* : The silurian system, London 1839, p. 700, pl. 27, fig. 1-3.

(2) *E. Emmons* : Taconic system, 1844, pl. 3-4.

(3) *Beyrich* : Zeits d. deutsch. geol. Ges., t. I, p. 399; et t. II, p. 70.

(4) *H. B. Geinitz* : Die Versteinerungen der Grauwackenformation in Sachsen, part. I, Die Graptolithen, p. 7, pl. 5, f. 20-27, Leipzig, 1852; part. II, 1853, p. 3.

(5) *D'Eichwald* : Lethæa Rossica, pl. 1, fig. 1 : *Caulerpites*.

(6) *Schimper* : Handb. d. Palæontologie, 1876, p. 50; *Phyllochordées*.

C'est à M Richter ([1]) qu'on doit les données les plus complètes et les plus précises sur les *Nereites ;* ces traces sont si abondantes dans certaines couches du silurien supérieur de Thuringe, qu'on les a désignées sous le nom de *Nereiten-Schichten*. M. Richter qui a donné de nombreuses figures de ces fossiles, les rapproche actuellement aussi des Annélides. Les *Nereites* de Thuringe de M Richter, comme les *Nereites* du Portugal récemment découvertes par M. Delgado, présentent des caractères si constants et si identiques à ceux des Pyrénées, que leur nature organique nous paraît par là établie. Leur position parmi les Annélides, indiquée par leur forme extérieure, est certes rendue plus vraisemblable encore par les découvertes de M. Hinde ([2]), qui a décrit et figuré de nombreuses mâchoires d'Annélides trouvées par lui, dans le système silurien d'Angleterre, de Scandinavie et du Canada.

L'abondance et la variété de ces pièces chitineuses est telle, qu'on doit admettre, d'après M. Hinde, que la famille des *Nereides* (*Eunices*), était aussi développée dans les mers siluriennes que de nos jours. Remarquons enfin que cette famille des *Nereides*, à laquelle Mac Leay rapportait en 1839 les traces d'Annélides siluriennes, est précisément celle dont l'existence à l'époque silurienne vient d'être indiscutablement établie par les découvertes de M. Hinde.

(1) *R. Richter* : Aus dem Thuringischen Schiefergebirge, Zeits d. deuts geol. Ges., Bd. I, p. 456, pl. 7.

—	Ibid.	—	Bd. II. p. 198. pl. 8-9.
—	Ibid.	—	Bd. V, p. 439, pl. 12.
—	Ibid.	—	Bd. VI, p. 275, pl. 3.
—	Ibid.	—	Bd. XV, p. 659, pl. 18-19.
—	Ibid.	—	Bd. XVII, p. 361, pl. 10-11.
—	Ibid.	—	Bd. XVIII, p. 409, pl. 5-6.
—	Ibid.	—	Bd. XXI, p. 341, pl. 5-6.
—	Ibid.	—	Bd. XXIII, p 232.
—	Ibid.	—	Bd. XXIV, p. 72, pl. 4.
—	Ibid.	—	Bd. XXVI, p. 261.

(2) *Dr Geo. Hinde :* Annelid remains from silurian of Gothland; Bihang till k. sv. vet. Akad. Handl., Bd. VII, no 5, Stockholm, 1882.

1. *Nereites Sedgwickii*, Murch.

Pl. 3, fig. 1.

La figure, de grandeur naturelle, montre les caractères de l'espèce : c'est un long ruban, irrégulièrement ondulé, et large de 5 mm. Le milieu de cette forme rubanée est occupé par un axe, de chaque côté duquel sont des expansions aliformes régulièrement opposées l'une à l'autre. Ces organes latéraux, en forme d'écailles, ont un contour arrondi, et à peu près la même largeur que l'axe médian, qui paraît concave quand les organes latéraux sont convexes, et convexe quand ces organes sont concaves. L'axe médian a 1,5mm de large, les écailles latérales égales entre elles, sont un peu plus larges; elles sont un peu plus longues que larges, car il y en a trois ou quatre par centimètre de longueur du fossile. Tous ces caractères sont ceux du *Nereites Sedgwickii* de M. Richter.

Nereites Ollivantii, Murch. sp.

Pl. 3, fig. 3.

La figure 2 représente un ruban plus fin, d'une longueur indéterminée, et dont l'épaisseur ne dépasse guère 1mm. Ce ruban se recourbe en replis assez réguliers, parallèles entre eux, et distants de 8 à 9mm ; la distance entre les courbes successives varie de 35 à 40mm.

Il suffit de jeter un regard sur la *pl. 27* de la *Siluria* de Murchison, ou sur la *pl. 2* de M. Delgado, pour être frappé de l'identité de ces formes avec celle-ci. Murchison en avait fait le type de son genre *Nemertites*, mais M. Richter a réuni toutes ces formes vermiculaires sous le même titre générique *Nereites*.

Hyolites cf. *simplex*, Barr.

Pl. 3, fig. 2.

Long cône déprimé, déformé, aplati, long de 90mm, large de 15mm en haut, 5mm en bas, et dont les proportions sont

certes exagérées par l'aplatissement du fossile dans le schiste. Sa détermination spécifique exacte est ainsi rendue impossible; il présente toutefois les caractères génériques des *Hyolites*, sa ressemblance avec des *Hyolites simplex* déformés et étirés du Finistère, m'a engagé à le rapporter provisoirement à cette espèce, bien qu'il présente aussi des rapports avec *H. maximus* Barr.

Age des couches à Nereites de Bourg d'Oueil. — Une coupe stratigraphique soignée pourra seule fixer l'âge de ces couches. On peut cependant peut-être arriver à une détermination approchée par l'examen des fossiles précités, qui paraissent cantonnés, dans les divers pays où ils ont été signalés, dans le système silurien supérieur ?

A Llampeter (Caermarthenshire), où les *Nereites* ont d'abord été découverts, Murchison (1) les rapportait à son terrain cambrien. Depuis lors ces couches ont été rangées par M. Mac Coy (2) à la partie supérieure du Bala-group.

Les *Nereites* se trouvaient d'après Emmons dans son système taconique, en Amérique ; mais on sait aujourd'hui que ce système, au moins dans la région du New-England, est formé par la réunion de couches siluriennes diverses, plus ou moins métamorphisées. Quant aux relations paléontologiques des *Nereites* d'Amérique avec celles d'Allemagne, elles ont été depuis longtemps indiquées par MM. Richter (3), Geinitz (4), Schimper.

(1) *Murchison* : Silurian system, 1829, p. 363.

(2) *Mac Coy* : Brit. palæoz. fossils, p. 836.

(3) *R. Richter* et *Unger* : Beitr. zur Palæont. des Thüring. Waldes, 1856, Wien, p. 48, pl. 3.

(4) *H. B. Geinitz* et *K. Liebe* : Ueber ein Aequivalent der taconischen Schiefer Nord-Amerika's in Deutschland und dessen geolog. Stellung, Dresde, 1866, 52 p., 6 pl.

H. B. Geinitz : Fossile Pflanzenreste aus der palæolith. Formation von Dillenburg.

C'est surtout en Thuringe que les couches à *Nereites* ont été bien étudiées, grâce aux nombreux travaux de M. Richter. Leur position, longtemps discutée, a été finalement fixée stratigraphiquement et paléontologiquement dans le silurien supérieur (¹). C'est dans les mémoires de M. Richter qu'on trouve les termes de comparaison les plus exacts, et par suite les raisons les plus nettes pour rapporter au silurien supérieur les couches à *Nereites* des Pyrénées.

Nous insisterons toutefois davantage ici, pour terminer, sur les couches à *Nereites* du Portugal, à cause de l'homogénéité et de la constance connues des terrains paléozoïques dans toute la péninsule Ibérique.

M. J. F. N. Delgado a fait dans le Portugal la très intéressante découverte de toute une série de couches appartenant au terrain silurien supérieur. Dans un premier travail en 1876, M. Delgado (²) signalait les schistes ampéliteux à *graptolites* dans la Sierra de Portalegre, il décrivait en même temps les schistes à *Nereites* de l'Alemtejo. Deux ans après, M. Joaq. Gonzalo y Tarin (³) reconnaissait au N. de la province de Huelva des schistes ampélitiques d'une grande richesse paléontologique, où il citait *Monograpsus Nilssoni* Barr., *M. latus* M. Coy, *M. Linnaei* Barr., *M. convolutus* His., *M. priodon ?* Barr., *Diplograpsus palmeus* Barr.— M. Delgado, ayant accompagné M. J. Gonzalo y Tarin dans la province de Huelva, put suivre ces schistes à *graptolites* au-delà de la frontière dans le Portugal, à Barrancos, quelques lieues au N. de San Domingos (Alemtejo).

(1) *R. Richter* : Aus dem Thüringischen Schiefergebirge, Zeits. der deuts. geol. Ges., Bd. XVIII, p. 409.

(2) *J. F. N. Delgado* : Terrenos paleozoicos de Portugal : Sobre a existencia do Terreno Siluriano no Baixo Alemtejo, Lisboa, 1876, p. 4-31.

(3) *J. Gonzalo y Tarin* : Nota acerca de la existencia de la Tercera fauna Siluriana en la provincia de Huelva, Bol. com. map. geol. de Esp., t. V, 1878.

D'après un dernier mémoire de M. Delgado (1), les couches à *Nereites* de l'Alemtejo appartiennent à la partie supérieure du Silurien, ou mieux encore au Silurien moyen. Les *Schistes à graptolites* ont déjà fourni trente espèces de *graptolites*, et une douzaine d'espèces de végétaux ; ces débris sont répartis dans six lits fossilifères distincts, les uns à *Graptolites* et un autre à *Nereites*. Au-dessus des schistes à *Graptolites*, il y a un niveau schisteux avec noyaux siliceux et ferrugineux où se trouvent quelques espèces caractéristiques des colonies de Bussaco (*Cardiola interrupta, C. striata, Monograptus priodon, M. colonus, Diplograptus pristis, Dalmanites* cf. *Phillipsi*). Au-dessus de ces schistes, il y a un lit de calcaire ; tout cet ensemble appartient, d'après M. Delgado, au terrain silurien supérieur.

	ALEMTEJO.	HAUTE-GARONNE.
G		Faune de Cathervielle, du Hount de Ver.
E	Calcaire de Barrancos, Schistes à nodules de Barrancos, colonies de Bussaco à *Cardiola interrupta, Monograptus priodon.*	Calcaires de Saint Béat à Orthocères et *Cardiola interrupta.*
	Ampélites à *Graptolithes* de Barrancos et Encinasola.	?
	Schistes et grauwackes à *Nereites* de Barrancos et San-Domingos.	Ardoises à *Nereites* de Bourg d'Oueil.

Le tableau ci-dessus résume la succession des couches siluriennes supérieures reconnue par M. Delgado ; j'ai mis en

(1) *J. F. N. Delgado :* Correspondance relative à la classification des schistes siluriens à Nereites découverts dans le sud du Portugal ; Jornal de Sciencias math., phys. et naturaes, no XXVI, Lisboa, 1879, p. 7.

regard la série des couches de la même époque découvertes dans la Haute-Garonne par M. Gourdon. Hâtons-nous de dire que cette comparaison n'est et ne peut-être que provisoire dans l'état actuel de nos connaissances sur la stratigraphie des environs de Luchon. Elle représente à nos yeux des vraisemblances, qui ne seraient confirmées que si de nouvelles recherches de M. Gourdon venaient à découvrir le niveau des *ampélites à graptolithes*, entre les ardoises à *Nereites* et les calcaires à *Cardiola interrupta ?*

Ces couches reposent sans doute dans la Haute-Garonne sur les schistes et grauwackes de la faune seconde *D*, dont nous signalions un premier représentant l'année dernière à Montauban-de-Luchon, à la suite de la découverte faite en ce point par M. Gourdon d'*Echinosphaerites* cf. *balticus* (1). L'existence de la *faune seconde* dans les Pyrénées vient d'être confirmée par M. Gourdon, par la découverte d'une tête de *Trinucleus* figurée ici (pl. 3, fig. 4). Ce fossile, autant qu'il est permis d'en juger sur un échantillon unique, incomplet, se rapporte au *Trinucleus Goldfussii*, Barr. de la faune seconde d'Espagne (2). Il a été trouvé dans un bloc roulé, en compagnie de nombreuses *Orthis* à l'état de moules internes, sur le revers nord du Pic du Gars, entre le col d'Antichan et et le village de Momcaup.

Explication des Figures.

Pl. 3.

Fig 1. *Nereites Sedgwickii*, Murch., gr. nat., de Bourg d'Oueil.
Fig. 2. *Hyolites* cf. *simplex*, Barr., gr. nat.
Fig. 3. *Nereites Ollivantii*, Murch. sp., gr. nat.
Fig. 4. *Trinucleus* cf. *Goldfussi*, Barr., gr. nat.

(1) *Annal. soc. géol. du Nord*, t. X, p. 165.

(2) *de Verneuil* : Bull. soc. géol. de France, 2e sér., t. XXV, p. 978, pl. 25, fig. 2.

Sur l'étage **aptien** *de la* **Haute-Garonne,**

par M. **Ch. Barrois.**

M. Maurice Gourdon a découvert un nouveau gisement de fossiles, des plus intéressants, près de la Fontaine du Pré de Roger, sur le versant ouest du Pic du Gars. Ces fossiles se trouvent dans un schiste argilo calcareux, tendre, peu feuilleté, noirâtre, devenant terreux et gris brunâtre par altération.

Ils se rapportent aux espèces suivantes:

Belemnites sp., échantillon indéterminable, de l'aspect de *Belemnites minimus* de l'Albien.

Ammonites (*Hoplites*) *Deshayesii*, Leym. Trois échantillons en parfait état de conservation se rapportent à cette espèce. On ne pourrait guère hésiter qu'entre cette espèce et *A. Dufrenoyi* (d'Orb.), dont elle se distingue par ses côtes plus nombreuses, et interrompues sur le dos qui ne porte pas de crêtes. De plus, ses cloisons ne présentent que trois lobes latéraux comme *A. Deshayesi,* au lieu de quatre, comme *A. Dufrenoyi.*

Plicatula placunea, Lamk. L'état des trois échantillons trouvés ne permet d'hésiter qu'entre les *P. placunea* et *radiola*; un moule externe nous ayant montré les traces de petites côtes squameuses entre les grosses, nous pensons qu'il y a lieu d'opter pour le *P. placunea.*

Echinospatagus Collegnoi, d'Orb. Huit échantillons assez mauvais, présentent les caractères extérieurs des *Echinospatagus* et des *Heteraster*. Ils sont si déformés qu'on pourrait les rapporter aussi bien à *Heteraster oblongus* qu'à *Echinospatagus Collegnoi*, pour leur forme générale. Je crois devoir les rapporter aux *Echinospatagus*, parce que je n'ai pu découvrir les trois sortes de pores différents de l'ambulacre impair.

Cette faunule du Pré de Roger nous paraît aptienne. On se rappelle que cet étage fut signalé dans la Haute-Garonne

par M. Hébert (1), à l'état de marnes à *Ostrea aquila*. Les nouvelles espèces trouvées par M. Gourdon confirment les vues de M. Hébert sur l'indépendance de l'étage aptien dans les Pyrénées. Il n'y a pas ici mélange de formes urgoniennes : la faune du Pré de Roger ressemble plus à celle de l'aptien de la Bedoule (2), qu'à celle de l'urgonien, ou à celle de l'albien de l'Ariège.

M. **Barrois** donne des détails sur la Constitution géologique de la presqu'île de Rhuis (Morbihan).

M. Achille Six fait les communications suivantes :

Les Appendices des trilobites, *d'après M.* Ch. D. Walcott, *par M.* Achille Six.

La lecture d'un article de M. C. D. Walcott, publié dans le journal *Science*, m'a engagé à résumer très rapidement les découvertes faites dans ces dernières années par ce savant Américain sur les appendices des trilobites. Je ne ferai pas l'historique très long des recherches sur les trilobites, car depuis 1698, date à laquelle Llwyd les fit connaître le premier, on a écrit d'énormes volumes sur ces animaux, qu'on a d'ailleurs ballotté dans toutes les classes, depuis les mollusques jusqu'aux crustacés et aux arachnides. On comprend sans peine toute l'importance qu'avait la recherche des appendices de ces animaux au point de vue systématique et la découverte des pattes et des organes branchiaux devait singulièrement contribuer à leur assigner leur véritable place dans le règne animal; malheureusement, ces appendices

(1) *Hébert* : B. s. g. F., 2e sér., t. XXIV, p. 370.
(2) *Hébert* : B. s. g. F., 2e sér., t. XXIX, p. 894.

restaient introuvables. Audouin déclare [1] que les pattes manquent chez ces animaux ou tout au moins qu'elles sont devenues branchiales et Burmeister dit que ces organes étaient mous [2]. Laporte de Castelnau [3] crut voir des pattes de trilobites, mais on était tellement certain que ces animaux n'avaient pas de pattes ou tout au moins d'appendices assez durs pour nous être conservés que son observation fut révoquée en doute par presque tous les paléontologistes [4]. Ce n'est que tout récemment [5] que la discussion recommença sur des

(1) *Audouin* : Recherches sur les rapports entre les trilobites et les animaux articulés. Mémoires du Muséum, t. VII, p. 22 et Ann. sc. phys., t. VIII, p. 233, 1821.

(2) *Burmeister* : Die Organisation der Trilobiten, Berlin, in-4°, 1843, p. 48.

Voir aussi : *Brongniart* : Hist. naturelle des crustacés fossiles, 1822.

Eichwald : Geognosticae observationes zoologicae per Ingriam, Casan, in-4°, 1825, obs. 39.

Goldfuss : Observations sur la place qu'occupent les trilobites dans le règne animal. Ann. sc. nat., t. XV, p. 85, 1828.

Comte de Sternberg : Isis, 1830, p. 515.

Milne-Edwards : Sur les affinités des Trilobites. Journ. l'Institut, 1837.

(3) *Laporte de Castelnau* : Sur les pattes des Trilobites. Journal L'Institut, 1842, p. 74.

(4) *Corda* : Prodromus der Trilobiten, p. 9.

Beyrich : Untersuchungen über Trilobiten, Berlin, 1845-1846.

Barrande : Système silurien du centre de la Bohême, t. I, p. 226, Prague, 1852.

S. W. Salter : A monograph of British Trilobites, Londres 1864-1866.

(5) *Billings* : Notes on some specimens of lower silurian Trilobites. Quart. journ. of the geol. soc. of London, t. XXVI, p. 479, pl 31 et 32.

Henry Woodward : Note on the palpus and other appendages of Asaphus from the Trenton limestone, in the British Museum. Quart. journ. of the geol. soc. of London, t. XXVI, p. 486.

Henry Woodward : On the structure of Trilobites. Geol. mag., 1871, vol. VIII, p. 289, pl. 8.

données plus sérieuses et les travaux de M. Walcott ([1]), qui fit plus de deux mille sections à travers le corps de trilobites divers appartenant aux genres *Calymene* (*C. senaria*), *Ceraurus* (*C. pleurexanthemus*), etc., ainsi que ceux de M. Woodward, ont fait faire un pas énorme à la question.

M. C. D. Walcott a vu les membres, les épipodites et les branchies des trilobites. Le trilobite possédait sur sa face inférieure une membrane ventrale mince située sous la cavité viscérale et supportée dans chaque segment par un arc solide transversal auquel sont attachés les appendices. Les pattes d'*Asaphus platycephalus*, décrites par Billings, ne seraient autres que ces sortes de côtes sternales. Ces arcs solides ne seraient pas nécessaires, d'après M. v. Koenen, pour donner à la paroi ventrale assez de consistance pour assurer un

---

(1) *C. D. Walcott* : Notes on some sections of Trilobites from the Trenton limestone and description of new species of fossils. (Extrait du 31th report on the New-York State Museum of natural History, Albany, Mars 1879, p. 1 à 17, pl. 1).

C. D. Walcott : The Trilobite : New and old evidence relating to its organization. Bulletin of the Museum of comparative zoölogy at Harvard College, vol. VIII, n° 10, p. 191 à 224, pl. 1 à 6. 1881.

C. D. Walcott : Appendages of the trilobite. Science, Cambridge, Mass., vol. III, n° 57 (7 Mars 1884), p. 279, avec trois gravures.

Voir en outre : *Prof. v. Koenen* : Correspondenzblatt des naturhist. Vereins von Rheinland und Westphalen, 1879, p. 95.

Prof. v. Koenen : Lettre adressée à M. W. Dames sur la face inférieure des Trilobites. Neues Jahrbuch für Min., Geol. und Pal., 1880, t. I, p. 430, pl. 8.

A. Gerstäcker : Die Klassen und Ordnungen der Arthropoden wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild. *Crustacea*. Erste Hälfte, 50 planches, 1866-1879.

Prof. John Mickleborough : Locomotory appendages of Trilobites. Journ. of Cincinnati society of nat. hist., t. VII, p. 200, 1883, et Geol. mag., n° 236, new series, vol. I, n° 2, February 1884, p. 80.

Henry Woodward : On the structure of Trilobites. Geol. mag., n° 236, new series, decade III, vol. I, n° 2, p. 78.

solide point d'appui aux membres, qui ne seraient alors reliés aux anneaux du corps que par des ligaments membraneux ou tendineux. La membrane ventrale s'étale en reliant les bords de la rainure de la tête, des segments thoraciques et du pygidium, à peu près de la même façon que le sternum du Limule est uni aux bords de la carapace par une peau.

Ce n'est que fort rarement que ses préparations montrèrent à M. Walcott le canal intestinal du trilobite; il a pu constater néanmoins qu'il s'étend sous le rachis depuis la glabelle jusqu'à l'extrémité du pygidium. Sous la glabelle il se recourbe en bas et en arrière pour s'ouvrir obliquement dans la bouche, située derrière l'hypostôme sur la face ventrale, entre le bord postérieur de la glabelle et la membrane ventrale. Sur la face ventrale, de part et d'autre d'une ligne parallèle au canal intestinal, est attachée une série d'appendices articulés.

Les appendices de la tête sont représentés par quatre paires de pattes-mâchoires disposées autour de la bouche. Chacune de ces pattes est formée de six ou sept segments dont le plus grand est le segment basal de la quatrième paire. Cette dernière paire de pattes-mâchoires possédait aussi à ses extrémités plusieurs segments élargis, comparables à ceux des pattes nageuses d'*Eurypterus*, avec lesquelles cette paire a aussi l'analogie de position.

Les appendices thoraciques et abdominaux, branchies et pattes, paraissent différer avec le genre étudié. Ainsi, les membres des Calymènes sont plus courts, plus symétriques et plus réguliers que ceux des *Ceraurus*. Chaque membre se compose de cinq articles ou plus, dont les basaux sont élargis et dont les autres deviennent de plus en plus minces en approchant de l'extrémité qui porte une griffe; l'article basal porte en outre une surface d'insertion pour un appendice articulé. On a trouvé ces pattes non seulement sous le thorax, mais aussi sous le pygidium, mais on n'a pas pu encore observer dans ce cas leur article terminal. Ces pattes

s'attachaient probablement aux arcs de la membrane ventrale et se dirigeaient un peu en avant. Leur nombre variable peut être très considérable : on en compte vingt-six paires chez la *Calymene senaria*. Le trilobite de l'Ohio, ***Asaphus megistos***, étudié par le professeur John Mickleborough, montre clairement vingt-six paires d'appendices; l'une placée sous le bord postérieur de la tête, très imparfaitement conservée, représente probablement une portion de la paire postérieure d'appendices masticateurs ; neuf paires de pattes sont situées sous le thorax et seize sous le pygidium ; ces dernières sont évidemment des appendices articulés et non foliacés ou branchiaux, comme le voulait le professeur John Mickleborough, et les appendices abdominaux des trilobites sont bien les mêmes que les appendices thoraciques.

Au segment basal de ces pattes est attaché un appendice articulé homologue aux épipodites des crustacés actuels; il se compose de deux à trois articles et servait, d'après M. Walcott, à amener l'eau aux branchies.

Au même segment basal s'attachent encore des appendices branchiaux. Chaque appendice est formé d'une épipodite en relation avec le membre thoracique et de deux branchies de deux sortes différentes. Elles ont la forme de petits tubes ou rubans ou bien elles s'enroulent en spirale sur les côtés de la cavité thoracique. Les premières se rencontrent généralement chez les petits et jeunes individus, les secondes chez les vieux, pourtant il y a de nombreuses exceptions à cette règle et les deux formes se rencontrent souvent chez le même individu. Une troisième espèce de branchie en forme de touffe ne semble exister que sur les segments thoraciques antérieurs. On rencontre aussi sur les pattes-mâchoires des appendices porteurs de soies : ce sont des brachies thoraciques métamorphosées.

Au point de vue de la position respective de ces divers appendices, celui qui se trouve le plus rapproché de la ligne

médiane est la patte ambulatoire, puis vient l'épipodite et plus extérieurement les branchies.

Entre le test ou bouclier dorsal et la membrane ventrale d'un *Ceraurus pleurexanthemus*, M. Walcott a observé plus de cent œufs de forme ovale oblongue de 1/2 millimètre de diamètre. Une coupe longitudinale d'un autre échantillon lui montra un amas d'œufs très serrés entre le huitième segment thoracique et la membrane ventrale. La position de ces œufs l'engagea à penser que les trilobites pondaient comme l'*Argulus* et non comme le *Branchipus*, autrement dit se rapprochent plus sous ce rapport des Copépodes que des Phyllopodes.

Comme on peut le déduire, avec M. Walcott, par comparaison avec le genre de vie de la larve et de l'adulte du *Limulus polyphemus*, le jeune trilobite habitait de préférence la haute mer, l'animal adulte préférait au contraire vivre et ramper au fond de l'eau.

Spence Bate, Henry Woodward et le professeur Dana, défendant l'ancienne opinion, regardent les trilobites comme très voisins des Isopodes. Il est intéressant de reproduire ici le tableau comparatif des caractères de ces deux groupes, comme l'a fait Woodward (1).

Trilobita (fossiles).	*Isopodes* (fossiles et actuels).
1. Yeux sessiles composés.	1. Yeux sessiles composés.
2. Pas d'ocelles visibles.	2. Pas d'ocelles visibles.
3. Appendices en partie buccaux, en partie ambulatoires, disposés par paires.	3. Appendices en partie buccaux, en partie ambulatoires, disposés par paires.
4. Segments thoraciques en nombre variable de 6 à 26, libres et mobiles ; l'animal se roule parfois en boule.	4. Segments thoraciques ordinairement au nombre de 7, libres et mobiles ; l'animal se roule parfois en boule.

(1) *Henry Woodward* : Article *Crustacea*, in Encyclopædia Britannica (9th édition, p. 660. vol. VI, in-4°, 1877).

5. Somites abdominaux soudés, formant un large bouclier caudal (portant en-dessous les branchies?).	5. Somites abdominaux soudés, formant un large bouclier caudal, portant en-dessous les branchies.
6. Labrum bien développé.	6. Labrum petit.

Nous avons vu qu'il faut, d'après M. Walcott. supprimer tout ce qui est entre parenthèses à l'article 5 et le remplacer par les mots : « portant des appendices semblables à ceux que porte le thorax». De plus, M. Woodward détermine *palpe maxillaire* ce que M. Walcott ne croit être qu'une simple patte-mâchoire dont l'extrémité libre est encore employée à la locomotion.

Ces auteurs rangent donc les Trilobites parmi les Crustacés. Les trilobites, nous l'avons vu, ont un appendice bifide, donnant naissance à une endopodite et à une exopodite, issues toutes deux d'une base commune (basipodite). Cette disposition est très caractéristique de la classe des crustacés ; mais nous ne connaissons pas de crustacé portant deux paires d'appendices à chaque segment. Faut-il donc retirer les trilobites de cette classe, et les mettre parmi les Arachnides, comme l'a fait le professeur Ed. van Beneden, à la suite d'études embryogéniques ?

L'étude de l'organisation générale du trilobite a porté M. Walcott à penser que les trilobites et les crustacés étaient différenciés avant l'existence de la plus ancienne faune cambrienne que nous connaissions actuellement et que ces deux classes dérivaient de deux phylums différents, de deux lignes distinctes de descendance. Aussi en fait-il une division du grand groupe des *Arthropoda*, sous le nom de classe des *Pœcilopoda*, parallèle à celle des *Crustacea*. Remarquons que cette manière de voir n'est pas neuve et qu'elle est le résultat des études embryogéniques du prof. Ant. Dohrn (1),

(1) Voir pour les recherches embryogéniques :

H. Milne-Edwards : Sur le développement des Limules. Bull. soc.

qui proposa de réunir les Trilobites, les Euryptérides et les Xiphosures en une classe distincte de celle des Crustacés et pour laquelle il créa le nom de *Gigantostracés*.

La classe des Gigantostracés (1) est caractérisée par ce fait que les appendices du bouclier céphalique, tout en restant ambulatoires, font aussi fonction d'appareils masticateurs.

Elle comprend les deux sous-classes des *Merostomata* et des *Palaeadae*.

Chez les *Merostomata*, toutes les paires de membres servent à la mastication; les yeux sessiles sont composés; des ocelles ou yeux accessoires leur sont adjoints. Il existe un métastome derrière la bouche.

Les *Merostomata* renferment deux ordres : les *Xiphosura* et les *Eurypterida*. Cette réunion a été pour la première fois effectuée par H. Woodward (2) et adoptée par le Dr Packard et le Dr Lockwood.

Les *Xiphosura* ont une bouche à petit hypostome et entourée par six paires d'appendices. Tous les segments thoraciques portent des branchies ou des organes reproducteurs;

---

philomatique de Paris. Proc.-verb., p. 125, 126; Journal l'Institut, t. VI, n° 258, p. 397, 1838.

Rev. Samuel Lockwood : American naturalist, vol. IV, Juillet 1870, p. 257-274.

Dr Anton Dohrn : Zur Embryologie und Morphologie des *Limulus polyphemus*. Jenaische Zeitschrift, Bd. VI, Heft 4, p 580, pl. XIV et XV, 1871.

Dr A. S. Packard jun. : On the Embryology of *Limulus polyphemus*. Amer. naturalist, vol. IV, n° 8, Octobre 1870, p. 498.

Dr A. S. Packard jun : The development of *Limulus polyphemus*. Mém. Bost. soc. nat. hist., vol. II, 1872, p. 155-202, 3 pl., in-4° Lu le 16 Novembre 1870.

(1) Le nom de *Poecilopodes* a déjà été appliqué au seul ordre des Xiphosures. Je pense préférable d'adopter, pour éviter toute méprise, le nom proposé par Dohrn.

(2) *H Woodward* : A monograph of the British Crustacea belonging to the order *Merostomata*. Pal. soc., 1868-1871 et Londres 1866.

les autres segments n'ont pas d'appendices. Les segments thoraciques sont soudés, les segments abdominaux sont libres et rudimentaires. Le métastome est rudimentaire. Le type de la famille est le *Limulus* ou Crabe des Moluques, dont on connait trois espèces vivantes aux Moluques, au Japon et sur les côtes occidentales de l'Amérique du Nord. On en connait de nombreux fossiles provenant de Solenhofen et on y rattache aussi les *Bellinurus* carbonifères et les *Halycina* triasiques.

Les *Eurypterida* ont une bouche entourée de cinq paires d'appendices ; les deux segments antérieurs du thorax portent seuls des branchies ou des organes reproducteurs ; les autres segments sont dépourvus d'appendices. Les segments thoraciques ne sont pas soudés, les segments abdominaux sont libres et bien développés. Le métastome est grand. Cet ordre comprend les *Eurypterus* devoniens, les *Stylonurus*, *Pterygotus*, *Hemiaspis* siluriens.

Chez les *Palaeadae*, il y a de nombreux appendices thoraco-abdominaux et il n'y a que ceux du bouclier céphalique qui servent d'organes masticateurs. Les yeux, quand ils existent, sont sessiles et composés. On ne connait pas d'ocelles, ni de métastome (*chilarium* Owen ou lèvre inférieure).

Les *Palaeadae* ne renferment qu'un seul ordre, celui des *Trilobita*.

Les *Trilobita* ont une bouche à grand hypostome, entourée de quatre paires d'appendices. Leur thorax compte de 2 à 26 segments portant des membres ou pattes articulées auxquelles sont attachées les branchies. L'abdomen ou pygidium est formé de 2 à 28 segments portant tous des appendices articulés semblables à ceux du thorax. Les segments thoraciques ne sont pas soudés et les segments abdominaux le sont.

Les *Trilobita* ont été divisés en un grand nombre de familles, subdivisées à leur tour en une énorme quantité de genres et d'espèces, tous paléozoïques.

Un nouveau Dinosaurien
d'après le professeur O.-C. Marsh (1)
par M. Achille Six.

Tous les géologues connaissent, au moins de nom, les célèbres *Atlantosaurus-beds* ou couches saumâtres jurassiques supérieures des Montagnes rocheuses, qui ont fourni tant de restes de vertébrés; c'est là le gisement de tous les *Sauropoda*, ordre de Dinosauriens le moins différencié de toute la sous-classe et à cause de cela, présentant un intérêt spécial. Les *Atlantosaurus-beds* ont encore donné un nouveau fossile dont les caractères zoologiques sont venus augmenter beaucoup les connaissances déjà acquises sur cet ordre et même sur les Dinosauriens en général. La découverte du genre *Diplodocus* et l'étude des particularités de structure du crâne et des vertèbres recueillies ont conduit le professeur O.-C. Marsh à modifier la classification qu'il avait donnée de l'ordre des *Sauropoda*. Ces Dinosauriens sont essentiellement caractérisés par la présence d'une grande ouverture antéorbitaire ; on me saura peut-être gré d'énumérer ici, d'après Marsh, leurs autres caractères. Ils ont des dents aux os prémaxillaires, les narines antérieures au sommet du crâne, des os post-occipitaux. Leurs vertèbres antérieures sont opisthocœles, leurs vertèbres présacrées creuses, et chaque vertèbre sacrée porte son apophyse transverse. Les membres antérieurs sont presque égaux aux membres postérieurs ; les os des membres ne sont pas creux. Leurs quatre pieds plantigrades ongulés ont cinq doigts ; la seconde rangée du carpe et du tarse n'est

(1) *Prof. O.-C. Marsh* : On the Diplodocidæ, a new family of the Sauropoda, an order of american jurassic Dinosaurs. American journal of Science vol. XXVII, Février 1884, p. 161 à 168; Geological Magazine, Mars 1884, n° 237 ; new series, decade III, vol. I, n° III, p. 99 à 107, avec 10 figures sur bois. On en trouve une analyse dans Science, n° 54, 15 Février 1884, vol. III, p. 189, avec 3 figures sur bois.

pas ossifiée. Ils possèdent tous des os sternaux pairs. Les pubis se projettent en avant et sont unis distalement par du cartillage ; ils n'ont pas de post-pubis.

On les divise maintenant en trois familles :

1° Les *Atlantosauridæ,* qui possèdent un canal pituitaire ; leurs massifs ischions sont dirigés vers le bas et leurs extrémités s'étendant vont se rejoindre sur la ligne médiane; leur sacrum est creux et les vertèbres caudales sont creusées de cavités latérales.

2° Les *Diplodocidæ,* qui forment une nouvelle famille intermédiaire entre la précédente et la suivante, ont une faible dentition ; leur cerveau est incliné en arrière et leur corps pituitaire se logeait dans une large fosse. Leurs ischions ne s'étendent pas distalement comme les précédents ; ils dirigent en bas et en arrière une branche droite dont les extrémités se réunissent sur la ligne médiane. (La forme et la position de ces os sont intermédiaires entre celles des os correspondants de la première et de la troisième famille). Les vertèbres caudales sont profondément excavées en-dessous. Les os chevrons ont deux branches, l'une antérieure, l'autre postérieure : ce caractère est traduit dans le nom de *Diplodocus.*

3° Les *Morosauridæ* n'ont plus qu'une petite fosse pituitaire ; leurs ischions minces dirigent en arrière une branche pliée à environ 90°, dont les extrémités se réunissent sur la ligne médiane. Les vertèbres caudales antérieures ne sont pas creuses.

La seconde famille ne contient que le genre *Diplodocus,* dont on ne connait du reste que deux espèces, l'une, ramassée près Cañon City (Colorado), l'autre provenant des environs de Morrison (Colorado) et du Wyoming.

Le crâne du *Diplodocus* montre de chaque côté cinq ouvertures : 1° une petite ouverture antérieure ovale qu'on ne connait chez aucun autre Dinosaurien ; 2° la grande ouverture antéorbitaire particulière aux *Sauropoda* ; 3° l'ouverture

nasale; 4° l'orbite; 5° l'ouverture temporale inférieure; ces trois dernières ouvertures se rencontrent chez tous les Dinosauriens connus. Pas plus que chez les autres *Sauropoda*, on ne trouve chez lui l'indication de l'existence de plaques sclérotiques.

Le cerveau, très petit, comme chez tous les Dinausoriens jurassiques, avait une position inclinée en arrière qui donne à la tête du Diplodocus l'aspect général d'une tête de cheval.

A cause de cette position du cerveau, en tout analogue à celle du cerveau des ruminants, le crâne du *Diplodocus* diffère de celui de tous les reptiles connus. Le voisinage de l'ouverture nasale externe et des lobes olfactifs semble être un caractère particulier aux *Sauropoda*, signalé pour la première fois chez les Dinosauriens.

La mâchoire inférieure, plus mince que celle des autres *Sauropoda*, portè la plus faible dentition qu'on puisse rencontrer chez les Dinosauriens; il est juste de supposer, avec le prof. Marsh que, pour les reptiles comme pour les mammifères, les membres les plus spécialisés étaient édentés. En tous cas, les dents du *Diplodocus* n'existent qu'en avant des mâchoires dans des alvéoles très peu profondes. Ces dents, jadis trouvées en compagnie de débris de *Stegosaurus*, avaient d'abord été attribuées à cet animal; on sait maintenant que les dents de *Stegosaurus* sont plus différenciées que celles des *Sauropodes* et ressemblent plutôt à celles des *Scelidosaurus*. Les dents du *Diplodocus* sont cylindriques, très minces, converte d'une mince couche d'émail, irrégulièrement striées; le prémaxillaire en porte quatre, le maxillaire en est dépourvu et chaque dentaire de la mâchoire inférieure en a dix; les palatins n'en montrent pas. Ces dents sont remplacées jusqu'à six fois : c'est beaucoup plus que chez tous les autres reptiles.

Le crâne mesure à peine 60 cent. de long sur 30 cent. de

haut avec un peu plus de 15 cent. de large au sommet et moins de 25 cent. de large à la base, la mâchoire inférieure étant comprise dans ces mesures.

La taille de ce Dinosaurien était intermédiaire entre celle de l'*Atlantosaurus* et celle du *Morosaurus*, c'est-à-dire qu'il pouvait avoir de 40 à 50 pieds de long ; il était herbivore et aquatique, si l'on en juge par la position des narines externes situées au sommet du crâne, entre les orbites, très près de la cavité qui reçoit les lobes olfactifs du cerveau.

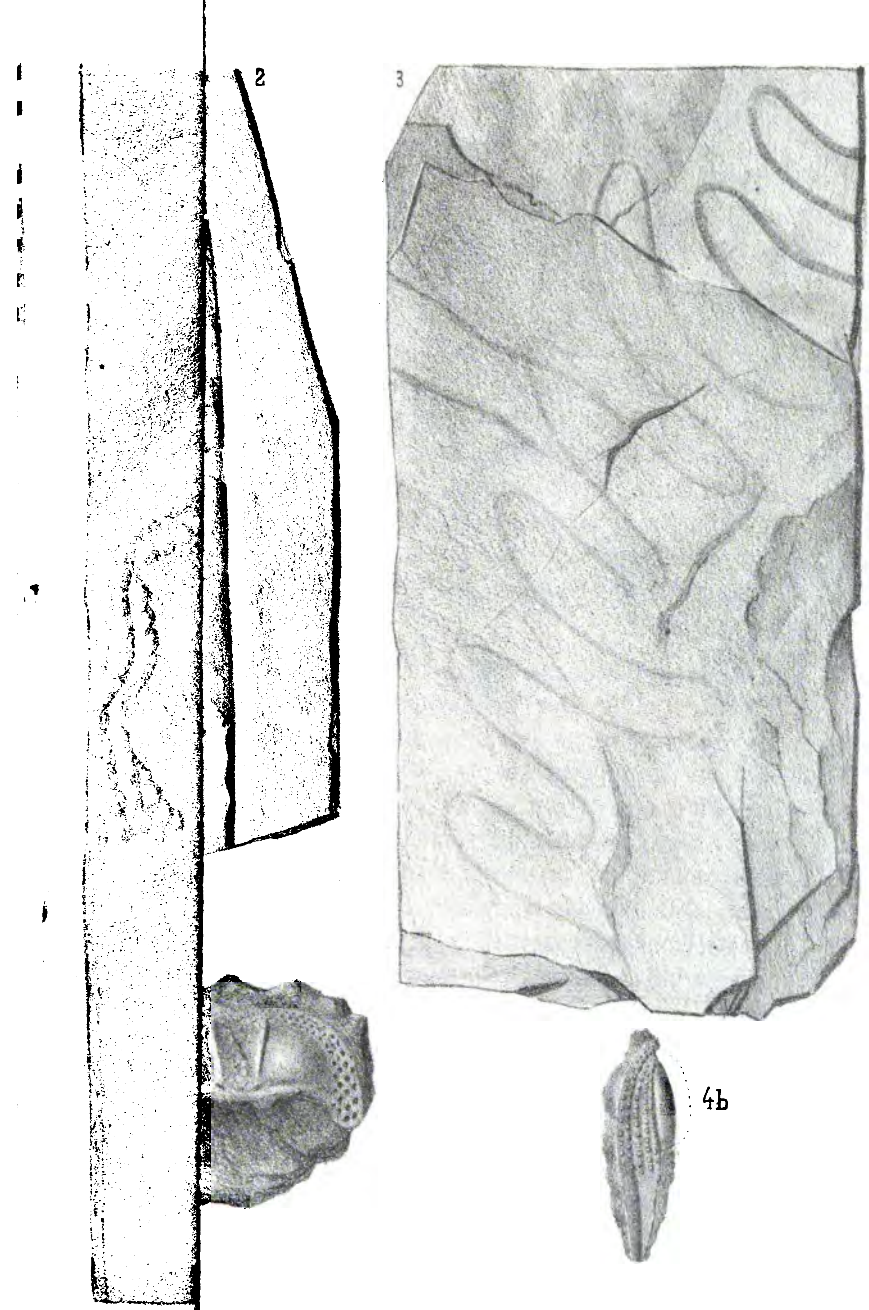
Remarquons en terminant, avec le prof. Marsh, que les *Sauropoda* sont les Dinosauriens qui ont le plus d'affinités avec les Crocodiliens et spécialement avec les formes éteintes de cette classe : le *Diplodocus*, en particulier, ressemble par plus d'un trait, au *Belodon* du trias. Un genre triasique, *Aëtosaurus*, représente même une forme intermédiaire, de sorte qu'on a été obligé de créer pour lui l'ordre des *Aëtosauria*.

M. **Quarré** donne communication à la Société d'une lettre signée Chastillon, qu'il a distinguée dans un catalogue de documents sur le Nord. Cet autographe, bien lisible, en ancienne écriture, pourra un jour être consulté avec fruit, lorsqu'il s'agira de rétablir les divers mouvements exécutés par la plage de Dunkerque depuis les temps historiques. Si mince que puisse paraître l'importance de certains documents, il ne faut pourtant pas en négliger la publication, car nous ne pouvons juger réellement de leur valeur que lorsque nous les utilisons. Voici cette lettre, avec l'orthographe conservée :

A Dunkerc ce 25 Doct. 1663.

Monsieur,

J'ay trouvé de la piere de touttes grosseures au pied des falaizes près du village de Sangatte. Je croy qu'ayant rapporté de la terre aux endroits ouverts et foibles de sa dune avec


2
3
4b

quelques façons, que faisant un mur des plus grosses pierres a sec de la hauteur d'environ quatre pieds et espaisseur d'autant, que cela sera suffisant de conserver le pied qui n'est battu qu'a vive eau et orage qui porte la vague au moyen de glaccis de lestranc iusques la, ainsi je ne fais doubte quelconque que cela ne suffise et la some de trois a quatre mil livres tant pour les terres, sables et muraille et que cet ouvrage nous garantira, ayant esté plusieurs fois sur le lieu a hautes marées et dernyères tempêtes, si les habitans avaient un peu de soing et d'affection pour leur conservation, la dune aurait esté mieux entretenue, et le pays hors de crainte. Je retourne a Calais ou je séjourneray jusques a X[e] du prochain pour me rendre s'il vous plaist à Péronne et revisiter Le Quesnoy et Philippeville, après quoy, je vous demande la grace de finir ma campagne de cette anné. J'ai trouvé tout ce qui s'est fait icy assés bien, je suis vostre très humble, très obéissant et très obligé serviteur

CHASTILLON.

M. **Quarré** possède en outre un certain nombre de manuscrits, mémoires, plans, cartes, etc., relatifs à Dunkerque, qu'il met obligeamment à la disposition des Membres que la question intéresse et dont il nous laisse d'ailleurs la liste.

Manuscrits.

1714 Mémoires concernant Dunkerque et les environs, 101 pages in-f°.

1691 Dunkerque. *Quays de Charpente, derrière les Recollets.* Toisé du bois, ferrures, déblays et remblays de terre, pour la construction du quay de Charpente, entrepris par Charles Devinck pendant l'année 1691, avec le certificat de l'ingénieur du roi. 13 pages.

1714 Marché du X May 1714. — Nouvel écoulement des eaux du pays. Devis et conditions auxquelles sera obligé celui qui entreprendra de faire le nouvel écoulement des eaux du pays. Dunkerque, 61 pages.

? 1700 Plan de la ville et de la citadelle de Dunkerque (Plan bien dessiné par le Génie vers 1700) avec légende de dix articles.

1715 Carte des environs de Mardique et de Dunkerque pour faire conduire les eaux du pays à la mer, compris la grande rade couverte du banc ou braque, avec les ondes chiffrées de l'eau, prises en basse mer.

Cette carte (légende de 35 articles), moins bien dessinée que le plan précédent, parait avoir servi à un conducteur de travaux.

1697 Mémoires sur la Flandre flamingante ou occidentale. 81 pages in-f°.

Plans gravés avant la destruction de Dunkerque.

Plan gravé de Dunkerque avant la remise aux Anglais, par C. Inselin, chez M. de Beaurin.

? 1701 Vue de Dunkerque du côté de la mer, dédiée à S. A. S. Mgr le duc de Penthièvre, Amiral de France, par Taverne de Renescure, vers 1701, avec légende de 66 articles.

Dunkerque, ville de Flandre sur la Colme, avec légende de 16 articles.

Vue de Dunkerque (Duynkercken), gravée par Van Schlagh, avec légende poétique en latin, hollandais et français.

Autre vue d'optique de Dunkerque du côté de la mer (légende de 66 articles).

Livres imprimés.

1730 Description historique de Dunkerque, ville maritime et port de mer très fameux dans la Flandre occidentale,

par Pierre Faulconnier. 2 vol. in-f°, gravures et plans, 1730.

1790 Extrait des comptes des anciennes administrations de la Flandre maritime. In-4°, 1790.

1789-1823. Mémoires divers par le baron Coppens (sur la nécessité de conserver à la ville de Dunkerque sa franchise et ses privilèges). 1789 à 1823. 11 mémoires avec planches.

M. **Quarré** a encore dans sa bibliothèque des plans et cartes concernant tout le littoral (Gravelines, Bergues, Bourbourg, Mardick, etc.) sans parler des ouvrages modernes.

M. **Gosselet** insiste sur l'intérêt que présente l'étude des oscillations du sol de notre Flandre en particulier et sur l'utilité de rassembler le plus grand nombre possible de documents pour leur reconstitution. A un point de vue plus général, cette étude devient d'une importance capitale pour ceux qui s'occupent de la dynamique interne du globe ou même des phénomènes de sédimentation. Nous en avons eu un exemple lors de notre visite aux travaux du port de Dunkerque.

Séance du 7 Mai 1884.

M. Gosselet, en l'absence de M. Ch. Maurice, Président, annonce à la Société que son Trésorier, M. **Ladrière,** a reçu récemment les palmes d'Officier d'Académie ; il regrette que notre confrère ne soit pas présent pour recevoir les félicitations de la Société.

M. Boussemaer lit la note suivante :

Note sur les **couches supérieures du Mont Aigu,** *par M.* **Boussemaer.**

Le mont Aigu est presque à l'extrémité Est de la chaîne des collines tertiaires des environs de Bailleul.

On sait, d'après les travaux de MM. Ortlieb et Chellonneix, que ce mont renferme, comme le mont Cassel, toute la série de l'éocène moyen appelée *étage des sables de Cassel*, depuis la couche à turritelles jusqu'à l'argile laekénienne. De plus, les collines de l'est de la chaîne contiennent des sables que l'on rapporte à l'époque *miocène* et que l'on rencontre surtout au Mont Rouge. MM. Ortlieb et Chellonneix, dans leur travail sur les collines tertiaires, ont signalé la présence d'un dépôt analogue au Mont Aigu.

La coupe suivante que j'ai l'honneur de présenter à la Société renferme quelques dépôts que l'on peut rapporter à la même époque.

Sur le versant nord du Mont Aigu, contre la route d'Ypres qui le traverse en tranchée, existe une grande carrière pour l'exploitation des sables laekéniens et qui permet de voir les couches formant la partie supérieure du mont.

On peut y relever de haut en bas :

1. Sable veiné brun chocolat un peu argileux	0m40
2. Sable jaune clair fin, micacé	1 20
3. Sable gris-jaunâtre veiné et ondulé, légèrement argileux	0 80
4. Argile grise avec taches rouges	1 50
5 Sable gris-verdâtre avec parties jaunes	2 »
6. Sable gris-jaunâtre veiné	0 80
7. Sable fin, gris-jaunâtre, micacé, passant au blanc-grisâtre vers le fond de la carrière, partie visible	1 20

Ce dernier sable peut se rapporter à la zône des sables laekéniennes sans fossiles et les sables immédiatement supérieurs à la bande glauconifère dite *bande noire*.

L'argile grise avec taches rouges est sableuse vers la base, et est identique à l'argile grise que M. Ortlieb a indiquée au Mont Rouge dans la *grande coupe du chemin du Moulin* vers Locre et qu'il rapporte au laekénien à la zône de l'argile glauconifère.

Quant aux couches supérieures à l'argile, elles peuvent se

classer dans l'oligocène, mais elles ne paraissent pas se rapporter aux couches supérieures de la coupe du Mont Rouge.

M. **Ortlieb** rappelle que M. Rutot a créé, pour des couches ayant semblable position stratigraphique, un étage spécial auquel il a donné le nom d'*Asschien*. L'observation de M. Boussemaer vient remettre en question l'opportunité de cette création et rappeler l'importance et la nécessité d'une révision méthodique et détaillée des sommets des collines flamandes.

M. Gosselet fait la communication suivante :

Note sur quelques affleurements *de* **Poudingues devonien** *et* **liasique** *et sur l'existence de* **dépôts siluriens** *dans l'Ardenne.*

Par M. **J. Gosselet.**

A la fin de l'hiver dernier, alors que les bois n'étaient pas encore couverts de feuilles, je me suis attaché à étudier le contact du devonien et du silurien dans l'Ardenne et, en particulier, à rechercher de nouveaux affleurements du poudingue de Fépin sur les rivages de l'ancien golfe devonien de Charleville.

Lors de la session de la Société géologique de France à Charleville, M. Dupont nous avait signalé, comme ayant l'apparence d'un poudingue, un rocher que l'on voit des rives de la Meuse en haut de l'escarpement qui domine Bogny. Ce rocher qui est bien du poudingue se trouve sur le prolongement du banc que j'avais trouvé au-dessus du tunnel de Bogny. On peut suivre la couche depuis le tunnel jusqu'à l'escarpement de la Meuse.

Sur la rive droite de la Meuse, j'ai trouvé un rocher de poudingue dans la montagne du Fay, près d'un sentier de coupe qui se dirige vers le S. 60° O., entre la laie n° 2 et la laie n° 3. Le rocher est situé environ à 200 m. de la borne limite de ces deux laies que l'on rencontre sur le sentier de Levrezy à Tournavaux.

Sur le même sentier, à la descente vers Tournavaux, on voit aussi des blocs de poudingue.

La roche aux Corpias est bien connue; mais on se contente souvent d'observer la discordance sur la route de Monthermé à Thilay. Si on descend vers la vallée de la Semoy, on voit le quarzite devillo-revinien plonger vers l'est sous un angle de 30 à 40°, tandis que la surface inférieure du poudingue ne fait avec l'horizontale qu'un angle de 10°.

Au N. O. de Thilay, il y a une prairie entourée d'un mur sec où entrent un grand nombre de blocs de poudingue. Nul doute que ces blocs n'aient été ramassés dans le voisinage et ne proviennent d'un banc de poudingue démantelé par les actions atmosphériques. Des blocs plus volumineux se rencontrent à 150 m. du clos, sur un sentier qui se dirige au N. vers les Buttés et sur un sentier voisin, on trouve de nombreux galets libres qui sont un indice certain de la présence du poudingue.

Ce banc de poudingue, situé dans le prolongement de celui de la Roche à Corpias, ne paraît pas s'étendre plus loin vers le N. E. Si on continue à marcher dans la même direction, on atteint bientôt la nouvelle route frontière de Thilay aux Six-Chenons. Elle est entaillée entièrement dans les schistes devoniens de Levrezy, inclinés de 20° au S. 50 à 70° E.

Si on suit cette route vers le Nord, on rencontre à la distance d'environ 1 kilomètre de nombreux galets et même de petits blocs de poudingue; puis, sur un espace de 250 à 300 mètres, on marche sur des schistes gris verdâtres, compacts, contenant de gros grains clastiques de quarz. Ces schistes

sont exploités pour les constructions dans la carrière dite d'Etagnières; ils plongent de 30° environ vers le S. 60° E. dans une des carrières, et vers le S. 35° E. dans l'autre.

Au delà de ces carrières, on voit des schistes noirs avec filons de quarz. Je les crois devillo-reviniens. J'avais déjà observé, en 1879, les schistes d'Etagnières et ils m'avaient dès lors embarassé. Le devillo-revinien voisin, bien visible dans le ravin de Naux qui est à deux pas de la route, appartient aux schistes noirs de Revin. Faut-il néanmoins voir dans les couches d'Etagnières des schistes de l'assise de Deville, dont ils se rapprochent par la couleur? C'est peu probable. Leur composition arénacée et la présence des gros grains clastiques de quarz les en séparent et je ne connais aucune roche analogue dans la vallée de la Meuse. J'étais donc disposé à les considérer comme devoniens, peut-être comme une dépendance de l'arkose. Mais aujourd'hui, après avoir constaté qu'ils sont entre le poudingue, base du devonien, et les phyllades du silurien inférieur ou cambrien, je me demande si ce n'est pas un dépôt de l'âge du silurien moyen ou supérieur.

La faible inclinaison du schiste d'Etagnières, sa localisation, ses rapports avec le devonien me portent à croire qu'il repose sur le silurien inférieur en stratification discordante, qu'il est par conséquent postérieur au ridement de l'Ardenne et qu'il pourrait être dû à une formation continentale antérieure à l'envahissement de la presqu'île de Rocroi par la mer devonienne.

Auprès du bac de Naux il y a un affleurement de poudingue qui m'a été signalé par M. Matton, conducteur des Ponts-et-Chaussées à Monthermé. Il est à 1 k. 1/2 au S. E. du précédent dont il doit être séparé par une faille. Il est formé de galets de quarzite réunis par une pâte siliceuse dans laquelle ils se fondent. Je l'avais d'abord pris pour un banc de quarzite situé au milieu de schistes noirs devoniens.

Les schistes qui le surmontent sont bien devoniens, mais ceux qui sont au-dessus appartiennent à l'assise des phyllades de Revin. Ce qui avait contribué à m'entretenir dans mon erreur, c'est qu'en remontant le ravin qui aboutit au moulin de Naux, on voit des schistes noirs fossilifères manifestement devoniens s'enfoncer sous les phyllades du moulin de Naux. Ils en sont certainement encore séparés par une faille. Les premières couches devoniennes, au contact de la faille, sont des arkoses ou plutôt des schistes pénétrés de quarz.

A 1 kilomètre au nord de Naux, on trouve sur la rive droite de la Semoy un ravin qui vient du nord; c'est celui de Montaurieux; à 20 m. à l'est de l'entrée du ravin on voit affleurer le poudingue dans le chemin de Nohan. Si on remonte d'environ 500 m. le ravin de Montaurieux et que l'on gravisse l'escarpement de la rive droite on rencontre de beaux rochers de poudingue qui inclinent au S. 50° E. et semblent reposer en stratification presque concordante sur les phyllades cambriens, mais comme ils plongent vers la vallée, ils ont pu glisser ou basculer à la surface des schistes. Le poudingue ne se prolonge pas vers le S. O.; il est arrêté par une faille perpendiculaire à sa direction de telle sorte que toute l'entrée de la vallée est dans le schiste cambrien.

Pour retrouver le poudingue à l'est du ravin de Montaurieux, il faut aller jusqu'au gîte célèbre de Linchamps dans le ravin de l'Ours. On sait que le poudingue forme des deux côtés de la vallée d'énormes rochers qui reposent en couches horizontales sur les tranches des schistes cambriens. Cette disposition est surtout bien manifeste dans une sorte de grotte creusée par le torrent sur la rive gauche, mais le poudingue ne s'étend pas au-delà de la vallée. Si on suit la route de Linchamps à La Neuville, on passe à 20 mètres de la grotte et à un niveau un peu plus élevé. On n'y voit pas trace du poudingue. A l'endroit où il devrait affleurer, il y a des carrières ouvertes dans des schistes et des quarzites de

l'assise de Revin. Il faut qu'il y ait une faille entre les deux points.

A 800 m. au nord du ravin de l'Ours, se trouve le ravin du Corbeau qui aboutit un peu au nord de Linchamps. On y voit aussi un poudingue formé de débris de schistes noirs réunis par un ciment quarzo-schisteux. Peu épais sur la rive droite, il l'est beaucoup plus sur la rive gauche, où il présente l'inclinaison S. 30° = 22°. Il contient même à la base des lentilles irrégulières d'arkose, remplies de petites paillettes d'ottrélite. Les schistes cambriens qui sont en dessous sont eux-mêmes ottrélitifères et comme l'inclinaison est presque la même, il est très difficile de marquer la limite des deux terrains. On peut voir aussi dans ce fait une nouvelle preuve que le poudingue est essentiellement formé des éléments des couches immédiatement sous-jacentes.

M. de Lasaulx, dans une publication récente, exprime l'opinion que les couches devoniennes du bassin de Charleville ont été traînées à la surface du terrain cambrien. La composition du poudingue est tout à fait en opposition avec cette hypothèse. Lorsqu'il repose sur l'assise de Fumay, il est formé de débris de schistes violets ; lorsqu'il est superposé à l'assise de Deville, il ne contient que des schistes gris et verts ; enfin, au-dessus des schistes ottrélitifères, il est lui-même ottrélitifère. Puisque le poudingue a emprunté ses éléments aux roches voisines, il doit être formé sur place et n'a pas subi de déplacement postérieurement à son dépôt.

La disposition du poudingue entre Tournavaux et Louette-Saint-Pierre montre aussi que la région est coupée par une foule de failles qui enchevêtrent irrégulièrement l'un dans l'autre les terrains devonien et silurien. Une telle pénétration doit être le résultat d'un grand nombre de fractures qui se sont produites successivement, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, suivant les résistances que le résultat des fractures précédentes opposait à la poussée qui venait du sud.

Le poudingue est rare au sud du golfe de Charleville. Je l'ai précédemment signalé à Bosseval [1]. On le voit au sud du village dans les carrières de quarzite. Il a une structure toute particulière ; il est formé de petits galets plats en quarzite cireux semblable au quarzite sous-jacent et réunis par un ciment schisteux rouge. Il constitue un banc de 1 m. d'épaisseur incliné de 18° vers le S. 65° O. et recouvert par 0m80 de schiste rougeâtre avec galets. La surface des couches siluriennes qu'il recouvre est ravinée et, de plus, ces couches présentent des traces de glissement et de ravinement antérieures au dépôt de poudingue.

A l'extrémité orientale du massif de Givonne, dans le village même de Muno, on voit un poudingue tout à fait comparable à celui de Bosseval pour sa structure et son origine. Il est également composé de galets de quarzite réunis par un ciment quarzo-schisteux et ferrugineux assez particulier pour que Dumont l'ait considéré comme triasique.

A 1 kilomètre au N. E. de Muno, dans le bois sur le côté gauche d'un ravin et près du sentier qui va à la Maison-Blanche, on voit apparaître de grands rochers de poudingue dont la structure ne présente plus cette fois rien d'anormal. Le rocher le plus méridional montre des bancs qui plongent de 25° au N. 55° E. Dans d'autres rochers l'inclinaison paraît être de 70° vers le N. 15° E., mais il y a probablement eu des mouvements récents, car le poudingue alterne avec des quarzites verdâtres dont l'aspect est cambrien, de sorte qu'on peut admettre que ces couches ont été démantelées et ont joué les unes sur les autres.

Sur le côté droit du ravin, à peu près à la même altitude, on voit encore des débris de poudingue ; mais les galets sont presque libres, tant le ciment est argileux ; on les exploite à la pioche. Le vallon est creusé dans des phyllades cambriens, le quarzite se trouvant de chaque côté à l'altitude de 30 à

(1) Esquisse géologique, p. 64.

40 m. On peut en conclure qu'il reposait primitivement sur ces phyllades en stratification discordante et en couches peu inclinées.

Entre Bosseval et Muno, on voit rarement le poudingue, soit qu'il n'y ait pas eu de dépôt de cette nature sur le rivage nord de la côte de Givonne, soit qu'il existe une faille au contact des terrains silurien et devonien, soit, enfin, que les bois, dont tout le pays est couvert, aient jusqu'à présent dissimulé les affleurements.

Cependant dans le bois du Dos-du-Loup, au sud de Bouillon, il existe un escarpement de poudingue qui a plus d'un kilomètre et demi de longueur et qui sépare le plateau cambrien de Givonne de la vallée par où descend la route de Sedan à Bouillon. Son extrémité occidentale est exploitée à la carrière de la Roche-au-Sel.

Dans le voisinage de ces poudingues devoniens, on trouve quelques autres dépôts de galets qu'on pourrait être tenté de confondre avec eux.

Si on gravit le sentier direct de Mellier-Fontaine à Charleville, dans le bois de la Havetière, au sud du ruisseau de Mardreuil, on trouve vers le haut du plateau une quantité de galets de grès et de quarzite complètement libres qui glissent et roulent sur la pente. Ils doivent former un épais dépôt sur le plateau, mais ils y sont cachés par les bois et le limon. Leur altitude est d'environ 330 mètres.

Un dépôt de galets analogues se rencontre sur le chemin de Cons-la-Granville à Gespunsart à 320 mètres environ d'altitude. Il est exploité pour les routes et on en retire du sable comme on le fait du diluvium des environs de Paris.

A première vue on se demande si ces amas de galets ne sont pas diluviens. Leur position sur les plateaux élevés s'oppose à admettre une pareille opinion. M. Jannel a émis l'avis que ce sont des témoins des anciens ravages liasiques.

Je crois qu'il a raison ; cependant on n'a pas encore constaté le rapport de ces amas de galets avec des couches liasiques fossilifères et celles-ci se retrouvent à un niveau bien moins élevé.

Ainsi, si l'on descend du plateau où sont les carrières de Cons-la-Granville vers la vallée, on rencontre près du moulin, à 20 m. au moins au-dessous du plateau, le lias qui repose sur les terrains primaires par l'intermédiaire d'une couche de galets qui n'a pas plus de 1 m. d'épaisseur. Si les cailloux roulés du plateau datent de l'époque jurassique il faut admettre qu'ils se déposaient sur un haut fond au-dessus du balancement des marées, pendant que des couches de sable, de calcaire et d'argile se formaient dans ces dépressions.

M. le Dr Blaise, de Gespunsart, m'a montré dans le bois de Neufmanil, au S.-O. de Belle-Vue, un énorme bloc de poudingue très dur qui paraît au premier abord être devonien. Mais il repose sur le terrain devonien et il contient beaucoup de galets de quarz blanc, ce qui n'est pas le cas du poudingue de Fepin. Je crois donc qu'il est aussi liasique. Ce serait le dépôt jurassique le plus septentrional de l'Ardenne.

Au nord de La Chapelle, sur la route de Sedan à Bouillon, on exploite aussi des galets qui sont empâtés dans une espèce de limon assez dur. La plupart de ces galets sont en quarz blanc, mais quelques-uns semblent être en arkose. Il y a aussi quelques fragments assez volumineux qui doivent être de l'arkose altérée, d'autres sont des plaquettes de schiste. C'est évidemment dans son ensemble une formation détritique, mais comme elle est au point le plus élevé du plateau à une altitude de plus de 300 mètres, et loin de tout cours d'eau, on ne peut pas supposer que les cailloux se soient transformés en galets à l'époque diluvienne, ni même qu'ils aient été apportés de loin. C'est évidemment le reste

d'un ancien rivage. Or, deux mers seules ont pu s'avancer jusque là, la mer liasique et la mer landenienne. Eu égard à l'âge attribué aux galets de la Havetière et de Cons-la-Granville, il est probable que ceux de La Chapelle sont aussi liasiques.

M. **Achille Six** pense que le poudingue rouge, contenant des cailloux de quarz gras, et dont les éléments sont peu roulés, que M. Gosselet signale à Bosseval et à Muno, doit être rapporté, comme l'avait pensé Dumont, au terrain triasique. Il est loin de nier la présence du poudingue devonien en ces endroits et croit au contraire qu'il se rencontre ici trois poudingues devonien, triasique et liasique fort difficiles à distinguer l'un de l'autre, puisqu'ils sont formés des mêmes éléments aux dépens des mêmes roches cambriennes du plateau ardennais. Les rivages des mers devonienne, triasique et liasique, passaient en cet endroit par les mêmes points.

M. le Dr **Hassenpflug** présente à la Société des échantillons d'ozocérite, et sur la demande de M. le Président, promet une note sur cet intéressant minéral.

Séance du 21 Mai 1884.

M. **Morin,** Directeur de la Société anonyme des carrières de grès de Jeumont, est élu Membre titulaire.

M. le Dr Hassenpflug lit la note suivante :

*Sur l'*Ozokérite,

par M. le Dr **Hassenpflug.**

L'ozokérite est un minéral composé d'hydrocarbures de la série du pétrole et principalement des termes les plus élevés de cette série. Ce minéral a été rencontré en petites quantités sur tout le versant nord des Carpathes, dans la Silésie

autrichienne, en Galicie, dans la Bukowine et en Roumanie. On n'en trouve de gisements exploitables qu'à Boryslaw en Galicie, ainsi qu'à vingt-cinq lieues à l'est, à Dwiniacz et à Starounia, mais ces derniers sont beaucoup moins importants que celui de Boryslaw. Le pétrole accompagne toujours l'ozokérite et il paraît certain que ce minéral n'est que le résidu de l'évaporation du pétrole favorisée par des circonstances locales.

A Boryslaw, on extrait environ 20,000,000 kilog. d'ozokérite par an, qui, au prix de 25 à 28 florins, soit 50 à 56 francs par 100 kilog., représentent une valeur de près de 10 à 12 millions de francs.

Le raffinage de l'ozokérite se fait dans différentes grandes fabriques d'Autriche, d'Allemagne et d'Italie (une seule à Trevise). Par distillation fractionnée à la vapeur surchauffée, on en extrait de la benzine, des huiles minérales et de la paraffine (50 à 65 °/₀ de cette dernière dont on fait des bougies). En traitant l'ozokérite fondue par l'acide sulfurique, on obtient la cérésine qui rappelle physiquement la cire d'abeille à tel point qu'on l'emploie pour l'imiter et la remplacer.

L'exploitation du minéral est entre les mains d'un grand nombre de personnes, mais les deux plus importantes Sociétés sont une Société de la Banque de Lemberg et une Société française : Société française de cire minérale et pétrole, chez laquelle j'ai été Chimiste pendant deux années. La Société française seule exploitait d'après des règles rationnelles sans toutefois retirer de grands bénéfices par suite de difficultés spéciales. Les galeries étaient souvent détruites par la pression des masses supérieures, mais plus spécialement encore par le gonflement des schistes argileux. Je dis : « suivant des règles rationnelles, » en ce sens que l'exploitation se pratique suivant un plan incliné de telle façon que l'eau, qui abonde partout, est amenée par un système de galeries dans un puits unique d'où elle est exactement retirée par une seule

pompe à vapeur Quant aux autres puits, il y en a à peu près 2,000 qui sont exploités. On compte en tout à Boryslaw de 7,000 à 8,000 puits sur une surface d'un kilomètre carré; l'eau des autres puits est extraite par de petites pompes à main dont chacun des puits est pourvu.

La couche qui renferme l'ozokérite forme un tout petit bassin ayant la forme d'une poire allongée qui n'a pas plus de 1 kil. 5 de longueur sur 0 kil. 5 de largeur. C'est presque au bout étroit de ce bassin que se trouve le terrain de la Société française, dont la partie exploitable n'a que 150 mètres de longueur sur 100 mètres de largeur. On y avait fait à 60 mètres de profondeur neuf galeries se coupant à angle droit, quatre galeries sur la longueur et cinq en travers. Sur une si petite surface se trouvaient réunies d'énormes difficultés, provenant du déplacement de la masse; ainsi des pièces de sapin blanc, bois très résineux, ayant 70 à 75 cent. de diamètre sur seulement 2 mètres de longueur, étaient cassées en 3 à 4 jours. Le bois de chêne valait moins encore, il était brisé en éclats. Finalement on fut forcé d'éviter les endroits les plus défavorables en faisant des détours. L'ozokérite se trouve surtout au centre du bassin; vers les bords l'épaisseur du minéral, qui existe en nombreuses petites veines, est de quelques centimètres à peine. Les veines centrales les plus productives ont une épaisseur qui varie de 10 à 50 et même 80 centimètres. Le minéral a encore un autre mode de gisement: on observe en effet des cavités remplies d'ozokérite pâteux et en même temps d'hydrocarbures gazeux à l'état comprimé. Ces cavités ne se rencontrent qu'au centre du bassin; on les appelle des *matka* (mires) et le malheureux qui en découvre une est presque sans exception victime de son succès. Les gaz comprimés en sortant l'étourdissent et la masse, montant quelquefois à 20 mètres de hauteur, l'enveloppe tout à fait; souvent le mineur englouti n'est retiré qu'après plusieurs semaines.

C'est en ces points où l'on a trouvé la plus grande quantité de minéral qu'on a aussi constaté la profondeur la plus grande ; on a rencontré encore l'ozokérite à 200 mètres et plus de profondeur ; cependant, par exemple sur le terrain de la Société française, le niveau de 60 mètres était plus productif que celui de 80 mètres de profondeur.

Les veines mentionnées plus haut n'ont rien de régulier ; ce sont plutôt des fentes et des crevasses dans lesquelles l'ozokérite s'est accumulée.

Au point de vue géologique, le bassin dont il s'agit est de l'époque miocène, mais toutes les autorités sont convaincues que l'ozokérite et le pétrole proviennent des calcaires tertiaires inférieurs. Je n'y ai jamais trouvé de fossiles bien que j'en aie demandé aux ingénieurs depuis longtemps attachés aux mines ; on ne m'a jamais montré que des silex ou des cailloux d'une forme bizarre.

Le sel gemme et le gypse fibreux s'y rencontrent en grandes quantités. La roche encaissante est constituée par des grès bitumineux et des schistes argileux. Les couches supérieures sont formées de gravier, de sable jaune, d'argile plastique et de leur mélange. On peut distinguer plusieurs horizons d'ozokérite; le premier est à la profondeur de 14 mètres, le second entre 40 et 60 mètres, le troisième à 80 mètres et au centre du bassin on en a trouvé jusqu'à 200 mètres et plus, mais, sur le terrain de la Société française, la plus grande abondance du minéral se trouve dans l'horizon de 40 à 60 mètres, comme je l'ai déjà mentionné.

On distingue plusieurs variétés d'ozokérite suivant la couleur, la dureté, etc. Les types les plus habituels sont représentés par les échantillons que je mets sous vos yeux : la couleur varie du jaune et brun-verdâtre au noir ; les échantillons à structure fibreuse et schistoïde et d'une couleur jaune ou brun-verdâtre sont les plus ordinaires et les plus estimés.

La densité, d'après mes essais, varie entre 0,85 à 0,92. La matière fondue, la cire minérale du commerce, a une densité plus constante et variant entre 0,88 à 0,92. Le point de fusion de l'ozokérite varie entre 54° et 61° C. La coloration noire de certains échantillons est due à la présence de l'asphalte. Les autres différences de nuances comprises entre le jaune et le brun-verdâtre sont attribuées à l'air renfermé dans la masse ; en effet, après fusion toutes ces variétés donnent une masse colorée en brun verdâtre foncé.

Pour terminer, permettez-moi de vous présenter encore quelques analyses de grès bitumineux et de schistes argileux.

Le grès bitumineux varie de couleur suivant la proportion de bitume qu'il renferme. Les quatre échantillons suivants laissaient après traitement par l'essence de pétrole des quantités de résidu pâteux et noir exprimées par les nombres suivants :

		N°s 1	2	3	4
Extrait		4.24	3.38	4.08	5.00
Résidu restant	Insoluble dans acide étendu	57.50	59.04	58.78	59.13
	Soluble » »	42.50	40.94	41.22	40.87
Partie soluble dans l'acide	SO^3	6.88	13.48	10.92	11.62
	CaO	14.79	10.14	10.82	10.30
	MgO	1.21	3.70	3.62	3.65
	NaCl	2.51	1.15	1.05	1.02
	SiO^2	0.26	0.13	0.41	0.21
	Al^2O^3, Fe^2O^3	2.50	2.20	2.88	2.85

Ces nombres conduisent aux compositions suivantes :

Sable, argile, etc.	57.50	59.04	58.78	59.13
Eau de constitution	7.02	5.28	4.90	5.30
Acide silicique soluble	0.26	0 13	0.41	0.21
Peroxyde de fer et d'alumine	2.50	2.70	2.88	2.85
Sulfate de chaux	11.70	22.92	18.56	19.78
Carbonate de chaux	18.00	1 15	5.68	3.88
Carbonate de magnésie	0.44	7.77	7.60	7.67
Chlorure de sodium	2.51	1.15	1.05	1.02
Total	99.93	100.24	99.96	99.84

Voici encore les analyses de deux schistes argileux. N° 1 venant des couches supérieures; N° 2 venant des couches d'une profondeur de 60 mètres :

	N° 1	N° 2
Insoluble dans acide étendu.	52.58	63.58
Soluble » »	47.42	36.42
Argile, mica, sable, etc.	52.58	63.58
Eau de constitution	8.60	5.51
SiO^2 acide silicique soluble	6.18	0.58
Al^2O^3 Peroxyde d'aluminium	5.88	6.70
Fe^2O^3 Peroxyde de fer	2.80	4.08
CaO Oxyde de calcium	14.07	9.02
MgO » de magnésium	0.97	1.58
K^2O » de potassium	0.70	
Na^2O » de sodium	1.67	
SO^3 Acide sulfurique anhydre.	0.15	trace.
CO^2 » carbonique	6.70	8.93
Cl Chlore	trace	
Extrait par essence de pétrole	presque rien	0.1

Le dernier échantillon était côte à côte avec un grès fort bitumineux.

M. Gosselet fait la communication suivante :

Note sur les **schistes de Saint-Hubert** *dans le* **Luxembourg** *et principalement dans le bassin de* **Neufchâteau,** *par M.* **J. Gosselet.**

Je désigne sous le nom de schistes de Saint-Hubert un ensemble de couches intermédiaire entre les schistes bigarrés d'Oignies, dont l'âge gédinnien est hors de conteste, et le grès d'Anor qui est le type du taunusien. Cette assise, telle que je l'avais étudiée sur les bords de la Meuse, de la Houille et à Saint-Hubert même, se montre composée essentiellement de schistes compacts, vert-jaunâtre, ou de grès schistoïdes de même couleur. On y trouve des bancs de schistes bigarrés

qui ressemblent à ceux d'Oignies et des grès qui rappellent ceux d'Anor. Elle est donc par ses caractères minéralogiques comme par sa position intermédiaire entre le gédinnien et le taunusien. Elle le serait probablement aussi par ses fossiles ; mais, jusqu'à présent, elle n'a pas fourni d'autres débris de corps organisés que des *Chondrites Dechenanus.*

Dumont rangeait presque toute l'assise de Saint-Hubert dans le gédinnien. Il n'y a pas lieu pour le moment de modifier ce classement.

Je n'ai pas encore pu établir de divisions stratigraphiques dans l'assise; cependant, on doit constater que le schiste domine à la partie inférieure et le grès à la partie supérieure.

1° *Schistes de Saint-Hubert dans le bassin d'Hatrival.*

Autour de Saint-Hubert, le schiste est exploité dans de nombreuses carrières ; le grès fournit aussi quelques matériaux utilisés. Le plus important est un grès gris, stratoïde, situé à la partie supérieure de l'assise.

L'assise de Saint-Hubert contourne au sud la voûte de schistes bigarrés de Poix ; elle forme entre cette voûte et le massif de Serpont un petit bassin dont les couches sont horizontales ou, du moins, peu inclinées. Sur les hauteurs d'Hatrival et de Libin, des deux côtes de la rivière de l'Homme, on voit du grès gris, dur, que l'on serait tenté de prendre pour du taunusien, surtout lorsqu'il est altéré. Néanmoins, Dumont ne s'y est pas trompé ; il l'a déterminé comme gédinnien. L'ouverture de la tranchée du chemin de fer du Luxembourg située entre les bornes 141 et 142 a montré qu'il avait parfaitement jugé. On y voit des bancs épais de grès quarzeux, verdâtre, stratoïde, très dur, souvent traversé de filons de quarz et ce grès alterne avec des schistes compacts, verdâtre que l'on ne peut pas méconnaître pour appartenir à l'assise de Saint-Hubert. En raison même de leur nature

arénacée, les roches d'Hatrival doivent se rapporter à la partie supérieure de l'assise de Saint-Hubert et comme elles sont situées à peu de distance des schistes bigarrés, on doit supposer qu'elles en sont séparées par une faille.

Dans la tranchée en question, le grès d'Hatrival incline vers le sud, mais il se relève en prenant une inclinaison vers le nord, derrière la station. Dans la tranchée suivante, située plus au sud, on voit des schistes verdâtres, compacts ou grossiers qui plongent légèrement vers le N.-O. On se rend parfaitement compte qu'ils passent sous les grès précédents.

Plus loin encore au sud, près de la borne 143, on voit des schistes compacts, vert-jaunâtre, inclinés de quelques degrés à peine vers le nord. Ils contiennent deux petites couches de schistes panachés. J'ai dit plus haut que la présence de ces petites couches de schistes panachés au milieu des schistes vert-jaunâtre était un des caractères les plus constants de l'assise de Saint-Hubert.

Si l'on suit la voie ferrée, on est quelque temps sans faire d'observations, mais au-delà du kilomètre 144, on voit affleurer, sur le côté de la voie l'arkose qui est encore exploitée dans quelques carrières voisines ; elle est accompagnée de schistes bleuâtres, vaguement bigarrés.

Dumont a désigné cette bande d'arkose sous le nom d'arkose de Bras ; il la rapporte au même niveau que l'arkose d'Haybes. Dans ce cas, il manquerait entre l'assise de Saint-Hubert et l'arkose, les assises des schistes bigarrés d'Oignies et celle des schistes de Mondrepuits. Une telle lacune ne se comprendrait pas, surtout à 4 kilomètres des magnifiques affleurements de schistes bigarrés que l'on voit autour de la station de Poix.

Je pense que le premier dépôt devonien a été de l'arkose sur le cambrien de Serpont comme sur celui du massif de Rocroi, mais que le récif de Serpont a été atteint par la mer devonienne, seulement à la fin de l'époque gédinnienne lors-

que commençaient à se déposer les schistes de St-Hubert.

La ligne du chemin de fer ne montre que deux tranchées entre les arkoses et les grès d'Hatrival. Les roches schisteuses, auxquelles elles appartiennent, se développent vers Bras. A l'est du bois Banal, près du village, il y a de grandes carrières dans des schistes compacts aimantifères, vert-jaunâtre, inclinés à S. 30° E. Entre Bras-Haut et Bras-Bas on rencontre des schistes arénacés jaune-verdâtre et des grès gris stratoïdes; les premiers en s'altérant donnent lieu à de la terre verte. Au sud de Bras, sur la route de Seviscourt, il y a deux carrières de grès gris plus durs qui paraissent aussi intercalés dans les schistes; puis viennent les blocs d'arkose épars à la surface du sol, dans le marais qui est à l'O. de Seviscourt; leur nombre diminue tous les jours, car on les recherche pour l'empierrement des chemins.

Cette bande de schistes de Saint-Hubert va se terminer à l'est entre Freux et Remagne, contre la faille de Remagne; elle y subit des effets de métamorphisme dont j'ai déjà entretenu la Société précédemment et qui se manifestent dès les environs de Freux.

Lorsque l'on suit la route de Recogne à Houffalize, on trouve à Freux-Suzerain, sur la droite de la route des schistes verdâtres et sur la gauche, des schistes compacts siliceux, exploités pour empierrer les routes, dans une carrière où les couches sont horizontales. Plus à l'est encore, sur le chemin de Remagne, on exploite dans une grande carrière des grès stratoïdes au milieu de schistes verts compacts inclinés de 7° seulement au S. 40° E. Un peu au-delà, à la 10me borne, au sud de Freux-Mesnil, on voit des grès schistoïdes parsemés de biotite; au nord du même village, il y a une carrière ouverte dans du grès gris en plaquettes.

Au moulin de Freux, j'ai relevé la coupe suivante :

Schistes bleuâtres, aimantifères.
Schistes verts compacts.
Grès stratoïde.
Grès blanc.

Au nord de ces affleurements on trouve une bande d'arkose très remarquable que l'on peut nommer bande de Freux et dont il est important de fixer l'âge.

A l'extrémité occidentale du territoire de Freux, on a ouvert une carrière dans un grès à gros grains, gris, micacé, très altéré et par conséquent se désagrégeant facilement. Il plonge au S. 15° O. et est recouvert de schistes gris-verdâtre aimantifères ; il reparaît sur le chemin de Freux-la-Rue à Wesqueville, mais il y est beaucoup plus compact ; puis, à l'extrémité du bois de la Haie, vis-à-vis du château Orban. En ce point le banc de grès a une grande épaisseur ; il contient de la tourmaline et des particules de feldspath qui lui donnent le caractère d'arkose. Au midi, c'est-à-dire dans sa partie en apparence supérieure, mais réellement inférieure par suite du renversement, il alterne avec des schistes arénacés et des schistes compacts ; au nord, au contraire, il est accompagné des schistes bigarrés qui ont un aspect satiné et une structure phylladique ; son inclinaison est considérable : il plonge au S. de 60°.

Le banc d'arkose traverse la route entre Freux et Moircy ; il y a plusieurs carrières ; l'une d'elles, située près de Freux, montre une inclinaison de 30° vers le S. 10° O. ; l'arkose y est suivie au sud (mur renversé) par des schistes noirâtres, violacés, assez particuliers et au nord, contre le moulin de Freux (toit renversé) par des schistes arénacés, bleuâtres ou bigarrés.

Avant d'arriver à Moircy, on retrouve les schistes verts compacts que l'on peut suivre jusqu'au-delà de Jenneville ; au S.-E. de ce village, un banc de psammite exploité est intercalé dans ces schistes. Plus loin, avant d'arriver à Bonnerue, la route traverse une tranchée dans des schistes quarzeux ou compacts, verts ou à teinte violacée, d'aspect satiné, inclinés vers le S. 25° E. Au-delà on trouve les grès taunusiens.

Ainsi, l'arkose de Freux est intercalée vers la partie supérieure des schistes de Saint-Hubert, J'eus volontiers supposé qu'elle est la même que l'arkose de Bras et qu'elle constitue une voûte au milieu des schistes de Saint-Hubert, mais les couches situées au nord et au sud ne sont pas symétriques.

On remarquera aussi que le banc d'arkose est lenticulaire commençant à rien vers l'ouest à l'extrémité du territoire de Freux, il arrrive à occuper sur la route une largeur de 200 mètres ce qui, avec l'inclinaison de 30°, lui donne une épaisseur de 100 mètres.

2° *Schistes de St-Hubert dans le golfe de Charleville et dans le bassin de Neufchâteau.*

Dans le bassin de Charleville, sur les bords de la Meuse, l'assise de Saint-Hubert est représentée par les roches que l'on trouve entre les phyllades bigarrés de Joigny et les phyllades noirs dans lesquels M. Jannel a reconnu des lentilles de grès d'Anor.

Ce sont des phyllades et des psammites qui ont la couleur jaune-verdâtre des couches de Saint-Hubert; on y trouve aussi des bancs subordonnés de phyllades bigarrés. Les caractères phylladiques qui les distinguent des schistes de Saint-Hubert sont essentiellement dus au métamorphisme de structure qui affecte toutes les roches dans le bassin de Charleville et y transforme les schistes en phyllades et les grès en quarzites.

Je désigne par l'appellation de phyllades de Laforêt le faciès particulier des schistes de Saint-Hubert dans le golfe de Charleville. On peut le suivre depuis les bords de la Meuse, jusqu'à ceux de la Semoy, à Laforêt au nord d'Alle; mais à l'est de la vallée de la Semoy, le caractère phylladique tend à disparaître.

A Cornimont et à Vivy, l'assise est à l'état de schistes compacts, de quarzo phyllades et de grès gris qui ressemblent beaucoup aux roches de même âge des environs de Saint-Hubert.

Un peu à l'est, on voit apparaître les cristaux d'aimant et l'assise présente un nouveau faciès que j'ai appelé schistes de Paliseul. Plus loin à l'est, les schistes de Bertrix remplacent les schistes de Paliseul ; puis les schistes de Sainte-Marie se substituent à eux et, enfin, l'assise se termine par un faciès spécial qu'on peut désigner sous le nom de grès de Bastogne. Laissant de côté pour le moment les phyllades de Laforêt et les grès de Bastogne, je me bornerai à donner quelques aperçus sur les autres faciès et à indiquer les raisons qui m'ont fait abandonner les opinions de Dumont sur la structure géologique du Luxembourg belge.

a. Schistes aimantifères de Paliseul.

L'assise de Paliseul est essentiellement formée de schistes compacts ou terreux et de grès stratoïdes tendres en bancs subordonnés au milieu des schistes. Les couches sont presqu'horizontales et la roche a un aspect moderne des plus remarquables ; néanmoins, Dumont supposait qu'elle avait subi une influence métamorphique qui y avait déterminé la formation de cristaux d'aimant.

Dans une communication antérieure, j'ai combattu avec une grande vivacité le métamorphisme des environs de Paliseul. Peut-être ai-je été trop loin. J'avais surtout en vue la conception de Dumont qui reliait la zone métamorphique de Paliseul et celle de la vallée de la Meuse.

Je pensais alors que l'aimant est abondant dans l'assise de St-Hubert en dehors de toute action métamorphique ; or je dois reconnaître que ce minéral est moins fréquent que je ne le supposais et que sa formation peut être due au

métamorphisme, mais il ne m'est pas prouvé qu'il en soit forcément de même partout. Pour les roches de Paliseul en particulier, je persiste à croire que leur aimant n'est pas métamorphique, sans pouvoir cependant apporter aucune preuve certaine en faveur de mon opinion.

Les cristaux d'aimant sont surtout développés au sud de Paliseul, entre cette ville et la gare. On les trouve à la base de l'assise. Ainsi à la tranchée des Hawis, au S.-E. de Naomé, les schistes bigarrés d'Oignies sont surmontés par des schistes verts aimantifères.

Au contraire l'aimant paraît manquer à la partie supérieure. A Fayt-les-Veneurs on trouve au Sud de la route des alternances de schistes noirs et verts qui forment le passage du taunusien et où on ne rencontre pas d'aimant. Au Nord, dans le village, on exploite un banc de grès violacé très dur incliné de 10° au S. 30° E.

Cette zone supérieure sans aimant se retrouve à l'Ouest le long de la route de Bouillon à Paliseul.

Ainsi au moulin de Halmache, on exploite du grès gris, incliné de 25° au S. 30° E. et accompagné de schistes compacts, vert ou vert noirâtre. Un peu au Nord, une autre carrière entre la 30e et la 29e borne montre des schistes verts compacts et plus loin autour de la 28e borne on exploite des grès gris verdâtre en plaquettes, c'est seulement près de la gare entre la 27e et la 26e borne que l'on voit apparaître l'aimant. Ainsi sur un espace de 4 kilomètres à partir des phyllades noirs taunusiens, les couches de Paniseul ne sont pas aimantifères. Dumont dans sa carte fait passer la limite du coblenzien et du gédinnien entre les schistes d'Halmache (coblenzien) et les grès en plaquettes (gédinnien). Il met aussi dans le coblenzien le prolongement des mêmes grès que l'on voit au Nord de Lannoy.

Des schistes compacts à gros octaèdres d'aimant sont exploités sur la route de Paliseul à Jehonville; ils se trouvent

dans le coblenzien de la carte belge, tandis que les schistes aimantifères de la gare qui sont très semblables, si toutefois ce n'est pas la même couche, sont situés en plein gédinnien.

En faisant ces remarques, j'ai uniquement pour but de montrer qu'il ne faut pas attribuer une trop grande rigueur à la limite tracée par Dumont entre le gédinnien et le coblenzien. Le peu de temps dont il a pu disposer et la rareté des affleurements à une époque où il n'y avait ni chemins de fer, ni routes en tranchées excusent suffisamment ces incertitudes.

Aux environs de Paliseul, on trouve des schistes compacts, durs, verts ou bleu verdâtre qui sont exploités pour les constructions. Quelques-uns sont aimantifères et appartiennent manifestement à l'assise de Paliseul; d'autres sans contenir d'aimant paraissent aussi appartenir à la même assise (Opont, Beth, etc.); d'autres enfin, comme ceux de Carlsbourg, semblent plutôt faire partie de l'assise des schistes bigarrés, dont ils constitueraient les couches tout à fait supérieures. Ce sont peut-être les mêmes que l'on voit à Graide au Sud du village.

b. Schistes biotitifères de Bertrix.

Le faciès de l'assise de Saint-Hubert désigné sous le nom de schistes biotitifères de Bertrix est essentiellement formé de schistes feuilletés, noir-bleuâtre, passant au phyllade, de schistes compacts plus ou moins arénacés et de grès verdâtres stratoïdes. Toutes ces roches contiennent de petites paillettes de biotite (1) dont la taille ne dépasse pas 3 à 4

(1) Il est possible et même probable que les paillettes désignées sous le nom de biotite appartiennent à la bastonite de Dumont. Mais ces minéraux ne peuvent pas se distinguer sans avoir recours à l'analyse chimique. M. Renard, reprenant après Dumont l'étude de la bastonite, a prouvé qu'elle se distingue de tous les micas par la grande quantité de peroxyde de fer et d'eau qu'elle contient et surtout par le rapport

dixièmes de millimètre. Quelques bancs de schiste en sont tellement chargés qu'ils acquièrent des caractères particuliers. Ils sont noirs, compacts, très durs, très tenaces et ressemblent au premier abord à une roche éruptive. Cette ressemblance est d'autant plus grande qu'ils se délitent parfois en boules sous l'influence de l'altération atmosphérique. Je désignerai ces roches sous le nom de *cornéenne*.

C'est aux environs de Bertrix que les couches biotitifères sont le mieux visibles. Au N.-E. de la ville, jusqu'à l'angle des deux voies ferrées, on exploite des grès noirs compacts que l'on peut prendre provisoirement comme limite entre les schistes ardoisiers taunusiens et les schistes de Bertrix.

Les tranchées de la ligne de Paliseul, depuis Bertrix jusqu'à Assenois, traversent des schistes feuilletés noir-bleuâtre, des schistes compacts très tendres et des grès stratoïdes, le tout chargé de biotite. Dans les tranchées entre Assenois et Glaumont, on voit les schistes aimantifères s'enfoncer sous les schistes biotitifères, dont les dernières couches ne contiennent plus qu'un petit nombre de paillettes.

Les mêmes roches biotitifères sont recoupées par le chemin de fer de Bertrix à Recogne. Elles y sont ondulées et leur plus grande inclinaison ne dépasse pas 20°. Au N. de Bertrix, elles plongent au S. 20° E ; un peu au-delà, l'inclinaison tourne à l'E., et ce changement de direction correspond à la présence de couches de cornéenne dans les schistes.

L'inclinaison au S. 20° E. reprend aux environs de Recogne ; elle augmente même d'intensité, puisqu'elle atteint souvent 45°, probablement à raison du voisinage de l'îlot cambrien de Serpont. En même temps le grès stratoïde devient plus

atomique des bases et de l'acide, qui est plus élevé que celui répondant à un silicate normal. Toutefois beaucoup de minéralogistes n'admettent pas que la bastonite soit une espèce distincte de la biotite. Dans l'impossibilité où je me suis trouvé de les séparer, je préfère accepter cette dernière opinion.

abondant, et on voit apparaître les nodules de grès noir amphibolifère et grenatifère d'origine métamorphique. Ils étaient primitivement enveloppés dans des couches arénacées intercalées dans les schistes, mais on les trouve presque toujours à la surface du sol dans une espèce de limon provenant de l'altération du sol sous-jacent.

Les schistes biotitifères sont très développés au sud et à l'ouest de Recogne. Ils y contiennent de nombreux bancs de grès stratoïdes qui sont exploités et des nodules de grès noirs amphiboliques. Plusieurs carrières sont ouvertes sur la route de Bertrix, d'autres à l'est de la route de Stavelot, d'autres enfin le long des routes de Libin et d'Ochamps.

L'inclinaison générale est vers le S. 10 à 20° E. ; mais elle est plus forte qu'aux environs de Bertrix ; elle dépasse même 45°, ce qui peut être dû au voisinage de l'îlot de Serpont.

Le village d'Ochamps est bâti sur des schistes noirs bleuâtres biotitifères, mélangés de grès ; leur inclinaison est de 30 à 45° vers le sud.

Un peu au sud d'Ochamps sur le chemin de Recogne, on a ouvert une belle tranchée dans des schistes noirs biotitifères avec bancs de cornéenne et de grès gris, c'est au voisinage de ces grès que les lamelles de biotite acquièrent les dimensions les plus considérables.

Sur le chemin de Jehonville, jusqu'à ce village et même dans ce village, on trouve une série de schistes compacts et de grès stratoïdes, presque toujours biotitifères.

Les schistes à biotite s'étendent au S.-E. de l'îlot de Serpont, le long de la route de Saint-Hubert jusqu'à la 24e borne ; mais leurs caractères se modifient de plus en plus, à mesure que l'on avance vers le nord ; ils deviennent bleuâtres, grossiers, compacts, et la biotite tend à disparaître. Ils passent aux schistes de Saint-Hubert.

La limite qui sépare les schistes à biotite des schistes à

magnétite est une ligne irrégulière qui se dirige du sud au nord en passant par le moulin de Girgaine, Offagne, Jehonville, et la ferme de Haumont, sur la route de Recogne à Libin; mais il y a pénétration des deux espèces de roches l'une dans l'autre. A Assenois, au S.-E. d'Offagne, on voit les schistes biotitifères reposer sur les schistes aimantifères; à Offagne, les mêmes schistes aimantifères sont superposés à des schistes biotitifères et, plus au nord, sur la route d'Ochamps à Anloy, on voit de nouveau les schistes biotitifères recouvrant les schistes aimantifères.

La direction de ces couches est presque partout vers le E. 20° N. et, comme leur ligne de jonction va presque du sud au nord, c'est une raison pour supposer qu'elles sont dans le prolongement les unes des autres. Néanmoins, ce n'était pas l'opinion de Dumont qui rangeait les schistes à biotite dans son système coblenzien, tandis qu'il plaçait dans le gedinnien les schistes aimantifères. Il admettait probablement l'existence de plis avec enchevêtrement comparables à ceux qui dans le Condroz unissent le calcaire carbonifère et les psammites devoniens; mais dans l'impossibilité où il était d'en déterminer les détails, il a tracé leur limite sur sa carte par une ligne légèrement courbe. Il pouvait encore dire à l'appui de son opinion que les schistes aimantifères se retrouvent probablement au nord des schistes biotitifères entre Ochamps et Libin. Près de la borne 22 sur la route de Recogne à Libin, il y a une tranchée dans des schistes verts, compacts, pointillés de petites tâches oligisteuses qui paraissent dues à la destruction de l'aimant.

Les motifs qui me font considérer les couches biotitifères et aimantifères comme étant du même âge sont essentiellement stratigraphiques. Il a été dit plus haut que sur les bords de la Meuse les phyllades de Laforêt, correspondant des schistes de St-Hubert, sont recouverts directement par les phyllades noirs à faune taunusienne. Ces phyllades noirs,

exploités comme ardoises dans la vallée de la Semoy, aux environs d'Alle, peuvent se suivre d'une manière très régulière jusqu'au delà de Bastogne. Tandis qu'à Joigny sur la Meuse, elles reposent directement sur les phyllades de Laforêt, à Paliseul elles recouvrent les schistes aimantifères; à Bertrix, les schistes biotitifères; à Neufchâteau, les schistes de Ste-Marie; à Bastogne, les grès de ce nom. Si on admet que chacune de ces roches constitue une assise d'âge différent, il faut admettre aussi que ces assises émergent successivement de dessous les ardoises coblenziennes et n'existent pas dans le golfe de Charleville. Bien plus elles ne correspondent à rien de connu dans la série devonienne. On n'échappe pas à cet inconvénient en acceptant l'idée de Dumont, c'est-à-dire en réunissant les schistes aimantifères aux phyllades de Laforêt et en groupant ensemble les schistes de Bertrix, de Ste-Marie et de Bastogne. On n'en a pas moins dans le bassin de Neufchâteau une assise qui n'existe pas dans le golfe de Charleville. La lecture du mémoire sur le terrain rhénan trahit du reste les hésitations de son savant auteur. Il place dans le système taunusien les ardoisières de Grand-Voir, de la Géripont, des Aleines, de Liresse, etc., tandis qu'il rapporte au système hundsruckien, celles de Alle, de Longlier, d'Herbeumont, etc.

Dans mes publications antérieures, je rangeais comme Dumont, les phyllades noirs d'Alle dans le hundsruckien et je pensais que le taunusien manquait dans le golfe de Charleville. Mais en présence de la découverte de M. Jannel et d'autres faits que je me propose de développer plus tard, je crois convenable de demander l'explication de toutes ces anomalies à la théorie des faciès lithologiques.

c. Schistes gris de Sainte-Marie.

Dumont caractérise ce faciès de la manière suivante (1) : «Phyllade gris, d'aspect subsatiné, dont la structure feuilletée

(1) Mém. sur les terr. ardennais et rhénan, p. 297.

paraît écailleuse lorsqu'on l'observe à la loupe. Ce phyllade passe au phyllade noir ottrélitifère et alterne avec des grès stratoïdes plus ou moins friables. »

On pourrait ajouter que le schiste de Sainte-Marie n'a ni la dureté, ni la sonorité de l'ardoise; qu'il n'est gris que lorsqu'il est sec ; qu'il a, au contraire, une couleur bleu-noirâtre lorsqu'il est humide. Cependant, pour ne pas multiplier les noms et pour la clarté du travail, je continuerai à me servir du terme de schiste gris.

Au milieu des schistes, on voit fréquemment des bancs de grès stratoïde généralement tendre, mais quelquefois compact. Le métamorphisme de la zone de Bastogne s'est exercé sur ce grès avec une grande puissance et y a fait naître des cristaux d'amphibole et de grenat. Il s'y est aussi fréquemment produit des filons de quarz accompagné de bastonite.

Le passage latéral des schistes biotitifères aux schistes gris se fait d'une manière insensible par la diminution, puis la disparition des lamelles de biotite, aussi est-il difficile de tracer la limite sur la carte. Cependant on peut dire que les schistes de Sainte-Marie commencent à l'est du carrefour de Recogne.

Sur la route qui conduit de ce carrefour à la station de Libramont, on rencontre plusieurs carrières où on exploite du grès stratoïde ou compact, quelquefois métamorphique, en lentilles dans des schistes gris. Ceux-ci affleurent sur le chemin de traverse qui va de la gare à Neuvillers. Plus au nord, près de la station, les schistes sont plus grossiers ; ils se rapprochent de ceux qui accompagnent le grès de Libramont. Ainsi la première tranchée du chemin de fer de Libramont à Bertrix est creusée dans des schistes compacts sans biotite, tandis que ce minéral apparaît dans les schistes de la seconde tranchée au point où la voie passe sous le carrefour de la maison Olivier.

Ces diverses couches qui sont les plus inférieures de

l'assise vont passer un peu au S.-E. de la station, à la jonction des lignes de Neufchâteau et de Bastogne. On y trouve des carrières ouvertes dans un banc de grès gris stratoïde amphibolifère qui paraît être sur le prolongement des couches exploitées sur le chemin de Recogne. Les schistes gris affleurent au nord sur la limite du bois de Bonance et au sud à l'entrée des deux voies ferrées.

Les petites tranchées de la ligne de Neufchâteau entre les kilomètres 153 et 154 ne montrent que des schistes gris. Au N.-E. de la voie, il y a une carrière de grès stratoïde intercalée dans ces schistes.

Près du kilomètre 154, le chemin de Saint-Pierre a ouvert une tranchée dans les schistes gris et si on continue le chemin jusqu'au village, on rencontre près de celui-ci une belle carrière de grès gris stratoïde où les filons de quarz présentent une structure reticulée à grandes mailles ; la bastonite y est abondante.

Une autre carrière, située un peu avant la tranchée de Sberchamps montre aussi des bancs de grès stratoïde et des couches de sable provenant de l'altération de ces grès. Dans la tranchée même de Sberchamps il y a des grès stratoïdes intercalés dans les schistes gris.

Dans la tranchée suivante située entre les kilomètres 156 et 157, le schiste passe au phyllade ; il contient même des couches presqu'ardoisières.

Un banc de grès stratoïde, exploité au sud de Verlaine, se montre également à l'entrée de la tranchée du Chênois. Dans les schistes phylladiques qui le surmontent, il y a une petite couche de schiste rouge lie de vin qui rappelle les bancs bigarrés disséminés dans le schiste de Saint-Hubert du bassin de Dinant et que l'on retrouve même au sommet de l'assise.

On peut encore rapporter aux schistes de Sainte-Marie les schistes traversés par la tranchée du bois de Gerimont, entre

les kilomètres 158 et 159. Cependant les caractères normaux s'effacent, la roche passe au phyllade et contient de la biotite. Il y a passage aux ardoises coblenziennes, mais les tranchées suivantes sont de trop peu d'importance pour permettre d'établir une limite exacte.

La ligne de Recogne à Bastogne est établie presque toute entière sur les schistes gris.

La première tranchée que l'on trouve après la bifurcation est ouverte dans des schistes noirâtres, pailletés de très petites lamelles de biotite (incl. S. 15° E.). Les schistes qui les surmontent ont une teinte plus grise et paraissent aussi plus altérables; on les retrouve à la tranchée du passage à niveau de Presseux.

La tranchée suivante, située au sud de Ourt, montre des couches un peu supérieures; dans les schistes il y a de nombreux bancs de grès stratoïdes chargés par places d'amphibole et de grenat. Presque toujours ces roches métamorphiques sont en nodules au milieu de bancs sableux qui proviennent de l'altération des grès stratoïdes. A la partie sud-est de la même tranchée, il y a une carrière ouverte dans des schistes gris plus compacts.

Toutes les tranchées, qui viennent ensuite vers Bernimont, montrent des grès stratoïdes comme on en voit dans les tranchées du chemin de fer de Neufchâteau, entre les kilomètres 153 et 156.

A la station de Vidaumont, on trouve une grande tranchée dans des schistes gris accompagnés de grès stratoïdes. Au sud, vers Bercheux, le grès stratoïde domine et, un peu avant Bercheux, le schiste devient noir, ottrélitifère et passe au taunusien.

La tranchée suivante près du kilomètre 12 est ouverte dans un banc de grès épais stratoïde inférieur aux schistes de Vidaumont. Ceux-ci se retrouvent après le coude au kilo-

mètre 14 ; mais on ne voit pas dans le chemin de fer les grès supérieurs du chemin de Bercheux.

La tranchée entre les kilomètres 15 et 16 est ouverte dans les schistes noirs ottrélitifères avec grès stratoïdes subordonnés et souvent colorés en rouge par altération. Plus à ’ouest, l’assise passe au grès de Bastogne.

Les schistes de Sainte-Marie occupent tout l’espace situé entre la ligne de Bastogne et la faille de Remagne qui les sépare des schistes de Saint-Hubert du bassin de Dinant.

Ils couvrent tous les environs de Ourt ; les grès stratoïdes qu’ils contiennent sont métamorphisés à un haut degré les uns par la formation du grenat et de l’amphibole, les autres en acquérant une dureté qui les fait passer au quarzite. Au nord du village, sur le chemin de Seviscourt, on voit avec ces grès métamorphiques une couche de schiste à biotite qui pourrait être dans le prolongement de celle qui est à l’entrée de la voie de Bastogne.

Si on suit le même chemin de Seviscourt, on marche sur les schistes de Sainte-Marie jusqu’à l’extrémité du village où on voit apparaître le grès de Libramont.

Si, au contraire, on prend le chemin de Ourt à Sainte-Marie, on rencontre à mi-route des carrières ouvertes dans un schiste compact noir ou violet avec psammites stratoïdes (incl. S. 30° E. = 70°). Des schistes analogues sont encore exploités à la croix à l’O. de Sainte-Marie. Ils doivent, comme les précédents, être en partie métamorphiques.

Entre les deux carrières, on trouve des blocs de grès amphibolifères épars à la surface du sol.

Les schistes gris et les grès stratoïdes qui leur sont subordonnés forment le sol sur les deux rives de l’Ourthe entre Sainte-Marie et Remagne. Ils se prolongent vers le N.-E. jusqu’à la haie de Mageiy, sur la route de Martelange, où ils passent au grès de Bastogne.

d. Grès de Libramont.

Les schistes de Bertrix et ceux de Sainte-Marie, sont séparés du petit massif silurien de Serpont par une assise de grès et de schiste que l'on voit très bien près de la station de Libramont et qui méritent une mention spéciale.

L'assise de Libramont est formée de deux lentilles de grès séparées par un espace purement schisteux.

La lentille orientale est bien visible dans les bois de Bernihet, du Coret, de la Haie sur les territoires de Saint-Pierre et de Sainte-Marie, au N. et au N.-E. de la station de Libramont.

Au S. et à l'E. de la station de Libramont, on exploite des grès stratoïdes intercalés au milieu des schistes gris de Sainte-Marie. La tranchée située contre la station est ouverte dans des schistes gris ou jaune-verdâtre très altérés et contenant encore quelques bancs de grès (incl. S. 5° E. = 35°). Ces roches sont un peu moins altérées dans la première tranchée du chemin de fer de Bertrix, elles prennent alors une teinte bleuâtre et passent insensiblement aux schistes à biotite de Bertrix.

Si on passe le pont du chemin de fer sur la route de Bastogne et que l'on se dirige immédiatement vers le nord en suivant le sentier qui conduit directement à Bras, on trouve dans le bois des Gouttes des grès stratoïdes gris-verdâtre amphibolifères comme ceux qui accompagnent les schistes de Sainte-Marie, puis le grès devient plus compact, plus homogène et sur toute la hauteur du bois de Bernihet on voit des blocs de grès gris quarzeux qui rappellent complètement l'apparence du grès d'Anor; en descendant vers le ruisseau de Bernihet, on rencontre des blocs d'arkose ou plutôt de grès contenant de gros grains de quarz et parfois de la tourmaline. Au nord du ruisseau de Bernihet, on trouve le phyllade cambrien.

Le bois du Coret situé à l'est du bois de Bernihet est également formé de grès gris-blanchâtre ressemblant au grès d'Anor, mais il présente des effets de métamorphisme très curieux; on y distingue des nodules verdâtres qui contiennent dans une pâte d'apparence schisteuse des dodécaèdres de grenat ou des lamelles d'ottrélite. Ces nodules ne sont pas roulés; ils paraissent plutôt constituer des concrétions schisteuses qui ont été transformées par le métamorphisme. Le grès lui-même a acquis dans quelques points une dureté extrême et se trouve transformé en quarzite.

Le grès de Libramont borde à l'est le massif de Serpont en s'étendant jusqu'à Seviscourt, où il se trouve en contact avec les schistes de Saint-Hubert du bassin de Dinant. Dans ce parcours, la bande de grès se dirige vers le N.-N.-E; comme néanmoins la direction des strates, quand on peut l'observer, est toujours vers l'E. 15° à 30° N., on doit en conclure qu'il y a une série de petites failles ou de plissements brusques cachés par les marais ou par les bois.

A l'ouest du sentier de Bras, dans le bois de Bernihet, le grès compact diminue d'épaisseur et se trouve remplacé par des schistes grossiers, micacés, souvent rouges par altération, accompagnés de grès stratoïde [1].

Plus loin encore, vers l'ouest, le long du chemin de fer du Luxembourg, il n'y a plus de grès. La tranchée située au kilomètre 150 ne montre que des schistes arénacés gris et des grès gris-verdâtre stratoïdes; toutes ces roches sont du reste très altérées et transformées en limon sur une épaisseur de 5 mètres.

La tranchée suivante, au kilomètre 149, est creusée dans des schistes arénacés gris-verdâtre, presqu'horizontaux ou légèrement inclinés vers le sud. Ils reposent sur un banc

(1) L'un de ces grès, observé au microscope par M. Barrois, lui a montré dans une pâte de petits grains de quarz semblable à celle des schistes, de gros grains de quarz irréguliers, du mica blanc en belles lamelles, un peu de graphite, de la tourmaline et de la chlorite épigénisant probablement du mica noir ou de l'amphibole.

d'arkose ou plutôt de grès à très gros grains qui semble former voûte; car au-delà les schistes prennent une direction horizontale ou légèrement inclinée vers le nord. En même temps ils se chargent de paillettes de biotite. Quelques bancs passent à une roche noire très dure se délitant en boule comme le basalte. Quand nous la vîmes pour la première fois, M. Malaise et moi, nous fûmes tentés de la prendre pour une roche éruptive. M. Barrois a reconnu qu'elle était essentiellement formée de mica et biotite. Il m'a proposé de lui donner le nom de cornéenne. Tous les schistes ne se sont pas transformés en cornéenne, néanmoins, ils contiennent beaucoup de biotite ; ils ont perdu en partie leur structure schisteuse et ils sont en outre feuilletés.

Le grès blanc à aspect taunusien reparaît au-delà de la voie sous le bois de Belègne, mais il n'y présente pas les effets de métamorphisme qu'on observe dans la lentille orientale. Il paraît aussi former le sous-sol du bois de la Haie sur le territoire d'Ochamps. Contre ce bois, à la hauteur de la 24me borne de la route de Dinant, on exploite des grès compacts, passant au quarzite, gris ou légèrement verdâtres ; un peu plus loin, vis-à-vis de la 24me borne, on trouve une autre carrière dans des schistes bleuâtres, très grossiers, micacés, criblés d'une foule de petits trous qui lui donnent une structure poreuse ; ils contiennent en outre des cavités irrégulières de plus grande dimension ; enfin, on y distingue facilement de gros grains de quarz.

La nature du terrain ne permet pas de suivre le grès de Libramont vers l'ouest. Je pense qu'il contourne de ce côté l'îlot de Stavelot et qu'il va se relier à l'arkose de Bras et aux couches schisteuses et arénacées qui le recouvrent immédiatement.

Le grès de Libramont peut être considéré comme formant au sud de l'îlot de Serpont, la base de l'assise de St-Hubert, qui, de ce côté, est essentiellement constituée, soit par les schistes de Bertrix, soit par les schistes de Sainte-Marie.

M. Charles Barrois fait la communication suivante :

Observations sur la
constitution géologique de la Bretagne
(2e *article*)
Par M. **Charles Barrois.**

Dans une récente communication (1), j'ai exposé à la *Société*, quelques observations générales sur la constitution géologique de la Bretagne. M'éloignant des vues de Dalimier, sur l'extension des mers paléozoïques de ces régions, et sur les oscillations du sol à ces époques reculées, je rapportai les grands traits de l'orographie de la presqu'île armoricaine, à une puissante pression latérale ayant agi pendant l'époque carbonifère.

C'est à cette compression exercée dans une direction voisine de celle du méridien, que j'attribuai le refoulement et le ridement simultané de toutes les strates, sur une longueur de plus de trois degrés de latitude, de la Normandie à la Vendée, en leur donnant une direction dominante uniforme de O.20° N., à E. 20° S. Le résultat de ce ridement fut d'onduler le sol de la presqu'île armoricaine, en y produisant une série de plis anticlinaux et synclinaux, parallèles, pour lesquels je proposai les noms suivants :

1° *Bassin d'Ancenis,*
2° *Bassin d'Angers,*
3° *Bassin de Segré,*
4° *Bassin de Laval,*
5° *Bassin de la vallée du Merdereau,*
6° *Bassin de Mortain.*

Ces plis synclinaux doivent-ils être considérés comme des bassins de sédimentation ?

Je suis d'autant plus éloigné de voir dans ces plis synclinaux, six anciens golfes siluriens parallèles, distincts, que

---

(1) Annales de la Soc. Géol. du Nord, t. XI, p. 87, 16 Janvier 1884.

non seulement leur forme étroite et démesurément allongée me paraît invraisemblable, mais que de plus chacun de ces bassins se subdivise à son tour en une série de plis anticlinaux et synclinaux, subordonnés, parallèles entre eux.

Ainsi, le *Bassin d'Ancenis* se divise, d'après les dernières études de M. Bureau (1), en deux plis distincts parallèles, qu'il désigne sous les noms de *cuvettes méridionale* et *septentrionale*. Or ces cuvettes se prolongent à travers la Loire-Inférieure, depuis le Morbihan jusque dans le Maine-et-Loire : je crois qu'on pourra suivre la cuvette méridionale jusqu'à Théhillac (Morbihan), et la cuvette septentrionale jusqu'à Rieux (Morbihan). Théhillac et Rieux se trouvent sur le silurien supérieur, au centre de deux petits plis synclinaux parallèles.

Le *Bassin d'Angers* se subdivise de même en quatre ou cinq plis synclinaux parallèles. Nous trouvons tous les jours de nouvelles preuves de la continuité vers l'ouest, de ces plis d'abord indiqués par Hermite (2) aux environs d'Angers: M. Lebesconte me montrait récemment à Pierric (Loire-Inférieure) la continuation des couches dévoniennes d'Erbray; j'ai des preuves de leur existence dans les vallées de l'Oust et de l'Arz (Morbihan).

Le *Bassin de Segré* est un faisceau de petits plis parallèles. Parmi les diverses rides synclinales reconnues par MM. Lebesconte, Davy, à travers les départements de la Mayenne et de l'Ille-et-Vilaine, on peut en distinguer trois principales: 1° celle qui s'étend de Chazé-Henry à Noyal; 2° celle de Martigné-Ferchaud à Poligné ; 3° celle de Renazé à Bourg-des-Comptes.

Les autres bassins du nord de la Bretagne, de Laval à Mortain, présentent le même fait général de la pluralité des ondes parallèles composantes. Ces bassins sont toutefois

(1) Bull Soc. géol. de France, 3e ser., t. XII, 1884, p. 165.
(2) Bull. Soc. géol. de France, 3e ser., t. VI, p. 531. Avril 1878.

beaucoup plus compliqués que les précédents, par suite des nombreuses failles qui les ont disloqués. Le *Bassin de Laval* se poursuit jusqu'à l'extrémité du Finistère, où il s'ouvre largement : il m'a présenté dans cette partie sept plis synclinaux parallèles (Chateaulin, Le Faou, L'Hôpital, S. de Daoulas, N. de Daoulas, L'Auberlach, Illien-Serpil), que l'on peut grouper en deux faisceaux, celui de *Chateaulin*, et celui de la *Rade de Brest.* De nouvelles recherches sont encore nécessaires pour montrer si le *bassin de Chateaulin* est la continuation du *bassin de Laval*, ou s'il se rattache plutôt au *bassin de Ségré.*

Ces bassins synclinaux ont été façonnés par les grands plissements de l'époque carbonifère. C'est à l'irrégularité des plissements et des dénudations postérieures, qu'il faut attribuer la meilleure conservation de ces bassins en certains points plutôt qu'en d'autres : ils semblent s'épanouir en certains points (Laval, Rade de Brest), ailleurs ils ont presque entièrement disparu (vers les limites du Morbihan et des Côtes-du-Nord).

Elie de Beaumont décrivait d'une façon très heureuse, dès 1852 (1), la structure géologique de la Mayenne : « Les couches de cette région, écrivait-il, présentent des plis nombreux, qui les renversent quelquefois complètement, et qui indiquent une compression latérale des plus violentes. Leurs affleurements étroits forment de longues bandes parallèles ; et lorsqu'elles sont toutes dessinées, comme sur les belles cartes de M. Triger, le papier prend l'apparence d'une étoffe rayée. »

Cette apparence rayée n'est pas limitée dans l'ouest, à la contrée étudiée par Triger (2) ; elle forme le trait essentiel

(1) Notice sur les systèmes de montagnes, p. 232.

(2) Ces notes manuscrites de Triger ont été sauvées de l'oubli par M. Oehlert, qui en a fait l'objet d'une remarquable étude (Bulletin de la Société d'études scientifiques d'Angers, Angers 1882.)

de la géologie bretonne : la presqu'île armoricaine entière a été ainsi ridée en masse.

La *structure rayée* de la Bretagne, due à de puissantes pressions latérales, date de l'époque carbonifère; elle est toutefois en relation avec la géographie ancienne des mers pré-carbonifères, et le grand ridement carbonifère n'a fait qu'accentuer cette disposition en bassins parallèles, dont la direction était déjà tracée depuis l'époque cambrienne.

En effet, toute rayure du sol paléozoïque de la Bretagne, peut se suivre avec des caractères lithologiques et stratigraphiques constants, de E. à O., sur une longueur de près de cinq degrés de longitude ; si on passe au contraire d'une rayure à l'autre, en se dirigeant du N. au S., on reconnaîtra que les différents dépôts qui se sont succédés dans les mers armoricaines, changent rapidement. Les sédiments paléozoïques ne se formèrent pas dans les mêmes conditions de profondeur, au N. et au S. du pays.

On en trouve des preuves à toutes les époques de l'ère paléozoïque.

Système cambrien : Les *phyllades de Saint-Lô* ne présentent pas les mêmes caractères lithologiques au S. et au N. de la Bretagne. Au sud, dans le Finistère et le Morbihan, cet étage est principalement formé par des schistes et phyllades noir-verdâtré, satinés, très séricitiques, contenant des lits quarziteux, et un nombre immense de filons de quarz ; au nord, dans l'Ille-et-Vilaine, la Manche, les phyllades sont limités à certains niveaux, les schistes sont plus grossiers, et alternent parfois avec des grès et des grauwackes feldspathiques.

Les *conglomérats* et les *lentilles calcaires* qui forment en Bretagne comme dans les Asturies, un niveau constant au sommet de notre système cambrien, présentent également des différences importantes au sud et au nord du pays. Les

conglomérats très développés à Gourin (Morbihan) [1], n'y contiennent que des galets de quarz blanc (99 °/₀) et quelques fragments de schiste cambrien ; ces mêmes conglomérats au N. du pays, à Granville (Manche), contiennent au contraire des galets très variés, de schistes grossiers et de grauwackes cambriennes, de schistes noirs cornés, de schistes granitisés, de schistes syénitisés du massif de Coutances, et de granite identique à celui des îles Chausey. A la fin de l'époque cambrienne en Bretagne, les roches du cambrien inférieur étaient déjà durcies et injectées par les granites syénitiques ; elles avaient été ravinées, et ces ravinements étaient locaux, car il n'y eut pas de transport lointain des galets, dans les directions N.-S. et S.-N.

Système silurien : Le *poudingue de Montfort* forme la base de ce système ; cet étage présente une épaisseur considérable au N., où les conglomérats alternent avec des schistes rouges et des grès verts, son épaisseur diminue progressivement à mesure qu'on avance vers le sud. Il est réduit à une centaine de mètres dans le Finistère, et paraît manquer au sud dans les bassins d'Angers et d'Ancenis.

Le *grès à scolithes* présente des modifications analogues, épais de près de 500 mètres au nord, il est réduit à 50 m. au sud. Cette diminution d'épaisseur des couches siluriennes inférieures du N. au S. de la contrée, est très frappante sur notre carte géologique.

(1) Ces *poudingues de Gourin* furent découverts par Dufrénoy qui les rapporta au terrain silurien, et y vit un exemple de discordance du terrain silurien sur le terrain cambrien ; cette discordance de Gourin fut donnée par Elie de Beaumont comme une des bases de son *Système du Finistère*.

Pour nous, les poudingues de Gourin sont régulièrement interstratifiés au sommet du système cambrien, aussi bien que ceux de Granville, et que ceux de Rhétiers (Ille et Vilaine) signalés par M. Lebesconte. Je n'ai pu observer la discordance signalée par Dufrénoy et Elie de Beaumont.

L'étage des *schistes d'Angers* nous paraît un peu plus épais au S. qu'au N. de la Bretagne; il y forme du moins une masse plus frappante, plus imposante, plus facile à suivre sur le terrain : les assises reconnues par MM. de Tromelin et Lebesconte dans cet étage silurien moyen, me semblent plus belles au sud qu'au nord. M. Louis Bureau signalait encore récemment de nouveaux faciès de ces assises.

Le *silurien supérieur* présente également des modifications du N. au S., mais de nouvelles études sont nécessaires pour cet étage, comme pour le précédent, avant qu'on puisse les exposer dans leur détail. Les *grès et psammites* qui forment la base de cette série dans les bassins de Châteaulin, Laval, Segré, paraissent manquer dans les bassins méridionaux d'Angers, Ancenis. Les *phtanites de l'Anjou*, qui fournissent au stratigraphe un repère si précieux, dans ces bassins d'Ancenis et d'Angers, perdent de plus en plus de leur importance en avançant au nord; les *ampélites* paraissent plus développés au contraire dans les bassins du centre et du nord. Les *schistes à nodules à Cardiola interrupta* ont une plus grande importance dans les bassins du nord et du centre que dans ceux du midi.

Système devonien : Les *schistes et quarzites de Plougastel* atteignent une épaisseur d'un kilomètre dans les bassins de la Rade de Brest, et de Châteaulin; on les suit à l'est dans le bassin de Laval, d'après M. Œhlert et M. Lebesconte. Ils font défaut dans les bassins du sud.

Le *grès de Gahard* (ou de Landévennec), très constant en Bretagne est également très réduit, si même il existe, dans les bassins du sud, où les calcaires devoniens paraissent reposer directement sur les schistes siluriens.

Le *calcaire de Néhou* développé dans les bassins d'Ancenis, d'Angers, est réduit au N. à l'état de lentilles isolées, dans une masse de schistes et de grauwackes, parfois assez épaisse.

Les *schistes de Porsguen* paraissent limités jusqu'ici au

bassin de la Rade de Brest ; on les suit jusqu'au N du bassin de Châteaulin, mais ils font déjà défaut sur le bord sud de ce bassin.

Le *calcaire de Chalonnes* de l'âge du dévonien moyen est également limité à un bassin, au bord sud du bassin d'Ancenis.

Le *dévonien supérieur*, ou calcaire de Cop-Choux, est également limité à ce bassin, et à son bord nord, d'après M. Bureau qui l'a découvert.

Cette diversité de la répartition géographique des assises dévoniennes, dans les différents bassins bretons, montre qu'à l'époque dévonienne, l'ondulation de la Bretagne en étroits bassins, parallèles, était déjà indiquée.

Système carbonifère : La division du pays en rides parallèles, était encore plus accentuée dès le début de l'époque carbonifère, car les dépôts de cet âge sont limités à certains bassins synclinaux, à l'exclusion des autres (Angers, Segré). Je crois d'autant moins qu'une même mer recouvrit uniformément alors toute la Bretagne, que les dépôts carbonifères présentent des caractères spéciaux dans chaque bassin, et que tous les conglomérats de cet âge sont des produits de remaniements locaux. Les poudingues des environs de Quimper contiennent en galets, les fragments des roches gneissiques des environs ; les poudingues d'Ingrandes contiennent des galets des roches carbonifères déjà durcies, de ce bassin d'Ancenis lui-même ; les poudingues de Changé, où M. Oehlert a bien voulu me guider, contiennent des galets de quarzite, de calcaire, de microgranulite, propres à ce bassin de Laval.

Nous constatons donc déjà, malgré l'état encore incomplet de nos connaissances, que les diverses mers qui recouvrirent la Bretagne pendant l'ère paléozoïque ont déposé des sédiments différents au N. et au S. du pays. Les sédiments paraissent en général plus fins, les dépôts moins épais, les

calcaires plus nombreux, au S. qu'au N. : c'est donc vers le S. que devait se trouver la haute mer ; c'est au nord que se faisaient les plus grandes dénudations et que s'accumulaient les sédiments littoraux grossiers, grès, et poudingues ; c'est de ce côté qu'on a le plus de chances de reconnaître des discordances.

Séance du 15 Juin 1884.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION ANNUELLE
par M. le **Secrétaire.**

Depuis longtemps déjà, les intéressantes communications de M. Ladrière avaient excité la curiosité de bon nombre de membres de la Société : une visite dans les environs de Bavai qu'il semble s'être réservés et qu'il connaît si bien était impatiemment attendue ; aussi, dès que la Société désigna Bavai pour le centre et le célèbre Caillou-qui-bique pour le but de son excursion annuelle, les demandes d'inscription affluèrent et le Dimanche 15 Juin, un groupe nombreux d'excursionnistes, membres de la Société ou étrangers à elle, géologues ou amateurs, partait de Lille par le train de 8 h. 45 m. pour descendre deux heures plus tard à St-Waast-lez-Bavai, où notre troupe s'accrut de nombreux amis venus de différents points de la région.

Ont assisté à cette excursion :

Membres de la Société :

MM. Bébin,
Boussemaer,
Crespel,
Defrennes,
Fockeu,
Gosselet, *Directeur*,
Hassenpflug,
Ladrière,
Lecocq,

MM. Levaux,
Ortlieb.
Ronelle,
Savoye,
Six, *Secrétaire*,
Smits,
Staes,
Théry.

Personnes étrangères à la Société :

MM. Béghin, de Lille,
Boutillier, Pharmacien à Lille,
Brackers d'Hugo, Avocat à Lille,
Collignon, Elève du Collége de Maubeuge,
Detammaeker, Instituteur à Valenciennes-St-Waast,
Eeckmann, de Lille,
Lespilette, Professeur au Collége de Cambrai,
Rajat, Elève du Lycée de Lille,
Richebé, Avocat à Lille,
Ronelle Fils, Elève du Collége de Cambrai,
Ronelle Fils, id. id.
Six Père, de Lille,
Trachet, de Lille.

Après avoir déjeûné près de la gare, la Société s'est mise en marche pour descendre la route qui mène au village de Saint-Waast. Un soleil radieux que le souffle d'un doux et timide zéphir dépouillait de sa trop grande ardeur et un ciel sans nuage nous favorisèrent durant toute la journée ; les gais propos et les joyeux éclats de rire de la jeunesse qui formait le gros de l'excursion, retentissant sous les fraîches voûtes des bois ou répondant au gazouillement des oiseaux et au murmure de l'Hogneau, l'amicale et franche cordialité qui ne cessa de régner parmi les excursionnistes, tout devait nous rappeler longtemps cette agréable promenade. Malheureusement, notre Directeur avait prévenu M. le Secrétaire qu'il se verrait peut-être empêché de se joindre à nous et que certainement il ne pourrait guider l'excursion dès son commencement. Cette nouvelle n'attrista pas longtemps la Société, car nous étions à peine en marche depuis une heure et demie que nous voyions accourir M. Gosselet, venant reprendre à M. le Secrétaire la difficile mission, qu'il lui

avait momentanément confiée, de faire lire ses confrères dans le grand livre de la nature : nous n'avions plus qu'à regretter que la journée fût trop courte.

Il est difficile de raconter ce qu'on a vu après les autres, surtout dans un pays fouillé avec tant de soin et de science, sans s'exposer à des redites, sans piller les écrits de ceux qui l'ont déchiffré. Aussi serait-il plus naturel et même plus facile de renvoyer aux ouvrages suivants le lecteur avide de renseignements sur notre excursion :

1 Ch. Barrois. — Sur le *Pecten Hasbachii* trouvé dans le givétien des environs de Bavai. Ann. soc. géol. du Nord, t. IV, p. 58.

2 Ch. Barrois. — Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. Ann. soc. géol. du Nord, t. V, p. 373-377 et p. 344-349.

3 Compte rendu de l'excursion de la Société géologique de Belgique aux environs de Mons. Excursion du 5 Septembre. Ann. soc géol. de Belgique, t. IX, p. CCVII.

4 Cornet et Briart. — Note sur la découverte de l'étage du calcaire de Couvin ou des schistes et calcaires à *Calceola sandalina* dans la vallée de l'Hogneau. Ann. soc. géol. de Belgique, t. I, p. XLIV, p. 8, pl. I.

5 Ladrière. — Note sur l'existence du gault et des sables verts à *Pecten asper* à St-Waast-lez-Bavai. Mém. soc. sc. de Lille, séance du 17 Mai 1873; voir aussi Ann. soc. géol. du Nord, t. I, p. 22.

6 Ladrière. — Sur la présence de la grauwacke et des schistes à calcéoles à Bellignies, etc. Ann soc. géol. du Nord, t. I, p. 85.

7 Ladrière. — Note sur le terrain devonien de la vallée de l'Hogneau. Ann. soc. géol du Nord, t. II, p. 74.

8 Ladrière. — Etude sur les limons des environs de Bavai. Ann. soc. géol. du Nord, t. VI, p. 74 et 300 et t. VII, p. 302.

9 Ladrière. — Documents nouveaux pour l'étude du terrain devonien des environs de Bavai. Ann. soc. géol. du Nord, t. VII, p. 1.
10 Ladrière. — Le terrain quaternaire du Nord. Ann. soc. géol. du Nord, t. VII, p. 11.
11 Ladrière. — Observations sur le terrain crétacé des environs de Bavai. Ann. soc. géol. du Nord, t. VII, p. 184.
12 Ladrière. — Les anciennes rivières. Ann. soc. géol. du Nord, t. VIII, p. 1.
13 Ladrière. — Etude géologique sur les tranchées du chemin de fer du Quesnoy à Dour. Ann. soc. géol. du Nord, t. VIII, p. 135.
14 Ortlieb. — Analyse d'un calcaire devonien provenant d'Hergies-lez-Bavai. Ann. soc. géol. du Nord, t. I, p 37.

Enfin, M. Ladrière doit publier prochainement le résumé de tous ses travaux dans cette région sous la forme d'une *description géologique du canton de Bavai* (voir Ann. soc. géol. du Nord, t. X, p. 207) (1).

Mais la nécessité de rédiger complètement le procès-verbal de la séance et peut-être bien aussi le désir d'être utile à ses confrères, en leur indiquant tout au moins un itinéraire pour une promenade géologique agréable, feront pardonner au Secrétaire d'avoir essayé de fondre en un bloc tous ces documents sans trop les altérer.

Comme nous l'avons déjà dit, la belle et large route qui mène de la gare au village de St-Waast-lèz-Bavai, descend en ligne droite jusqu'à l'église, bâtie dans le fond de la vallée et contre le petit ruisseau de Bavai (2). Arrivés en cet endroit,

(1) Cette liste n'a nullement la prétention d'être la *bibliographie géologique complète* des environs de Bavai.

(2) Ce ruisseau est improprement marqué ruisseau de l'Hogneau sur certaines éditions de la Carte de l'Etat-major; M. Raillard l'appelle ruisseau de Bavai sur la carte du département du Nord au 1/40000. Le nom d'Hogneau doit être réservé au cours d'eau plus considérable qui, venant de La Longueville, passe à Taisnières-sur-Hon, Hon, Bellignies et reçoit le ruisseau de Bavai à Gussignies.

quittons la route de Bavai et contournons l'église en prenant le chemin qui monte à sa droite et mène aux carrières de marbre de M. Luc.

Dans la première carrière que nous rencontrons, notre confrère, M. Moriamez, directeur des usines de M. Luc, exploite un calcaire gris bleuâtre pétri de coraux, recouvert, comme l'a montré M. Ladrière (1), par une série de bancs de calcaires noirs plus ou moins veinés de blanc et par un calcaire bleuâtre à grands gastéropodes et à grandes orthis. Ces roches sont disposées en bancs inclinés vers le village, c'est-à-dire vers le sud. Au-dessus d'elles et en stratification toujours concordante, reposent des schistes avec nodules calcaires contenant le *Spirifer Verneuili* et l'*Acervularia pentagona*. Ces schistes sont plus récents que les calcaires et en même temps plus méridionaux ; ce sont eux qui forment en grande partie le sol sur lequel est bâti St-Waast ; par conséquent, en descendant le ruisseau de Bavai, nous devons nous attendre, si le plongement des couches ne change pas, à rencontrer des assises de plus en plus anciennes : c'est ce que nous vérifierons. Les calcaires et les schistes que nous observons ici sont de même âge que ceux des environs de Givet que M. Gosselet a rangés dans son étage frasnien. Ces dépôts dévoniens supérieurs appartiennent à la série qui s'est déposée sur le bord septentrional du bassin de Dinant, dont ils forment les derniers prolongements visibles.

Postérieurement au mouvement du sol qui a relevé ces strates, la mer est revenue en raboter la surface, comme on peut s'en assurer en allant examiner dans le haut de la carrière les tranches des couches. Sur cette surface corrodée et perforée, mais sensiblement horizontale dans son ensemble, se sont déposés des sédiments beaucoup plus récents que les

(1) *Ladrière* n° 9 de la liste précédente, p. 8.

marbres et les schistes que nous venons d'étudier. Ces dépôts sont horizontaux, formant avec leur substratum un magnifique exemple de ce que les géologues appellent stratification discordante. Ils sont formés par des sables verts glauconieux, contenant dans le bas des cailloux roulés plus ou moins volumineux et dans lesquels on peut reconnaître des débris des roches voisines (grès rouges et verts du devonien inférieur). Cette zone de galets a une épaisseur variable : elle atteint parfois plus d'un mètre d'épaisseur ; et contient de nombreux débris de *Pecten asper*. Les galets diminuent de volume et de nombre vers le haut de la couche, qui devient de plus en plus verte et est alors formée par de la glauconie presque pure contenant encore les *Pecten asper*, mais plus petits et plus rares. Ce sable se charge ensuite peu à peu d'argile et passe insensiblement à des marnes contenant *Belemnites plenus* et *Ostrea phyllidiana*. Cet ensemble qui peut atteindre une épaisseur de trois mètres appartient au terrain crétacé, étage cénomanien.

Le sable vert ne repose pas toujours directement sur les tranches des calcaires redressés : parfois le devonien est creusé de poches profondes, comme nous pouvons ici le constater en un point de la carrière, et dans ces trous s'est accumulée une argile noir-bleuâtre, remplie de pyrites et de débris ligniteux, représentés parfois par des arbres presque entiers ; puissante de trois mètres environ dans le milieu des poches, cette argile présente d'ailleurs une épaisseur très variable, tant à cause des irrégularités de la surface du terrain ancien qu'elle a remplies qu'à cause des ravinements qu'elle a subis à sa partie supérieure et qu'ont comblés les sables verts (1). Nous rapprochons ce dépôt de la masse d'argile noire supérieure au terrain houiller dans laquelle ont été trouvés les Iguanodons de Bernissart et nous le

(1) *Ladrière*, n° 5, p. 3 du tiré à part.

rapportons au wealdien : c'est un dépôt effectué dans un lac ou une rivière vers la fin de l'époque jurassique et au commencement de l'époque crétacée.

La partie supérieure des marnes cénomaniennes est ravinée et recouverte par l'argile à silex sur une épaisseur d'un mètre et demi (Tertiaire inférieur). Enfin le limon et la terre végétale recouvrent cet ensemble, comme ils ont l'habitude de le faire dans toute l'étendue de notre pays.

Une seconde carrière située au nord de la précédente nous montre le même calcaire gris-bleuâtre pétri de polypiers que nous venons de voir, mais ici il se présente en bancs compacts, sans joints de stratification, ce qui en rend l'extraction beaucoup plus difficile, mais qui en fait aussi un marbre de qualité supérieure. Cette masse est un ancien récif corallien construit par les animaux dont nous retrouvons aujourd'hui les innombrables squelettes pétrifiés et en tout semblables à ceux que M. Dupont a décrits dans le devonien et le carbonifère de l'Ardenne et de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Les mêmes couches de sables verts, surmontées d'argile à silex, cachaient ce récif ; l'exploitation de M. Luc l'a mis au jour et une magnifique coupe nous permet d'y étudier le cénomanien et d'y constater l'absence de ces poches d'argile noire à lignites que la carrière précédente nous avait montrées.

En continuant à cotoyer le ruisseau de Bavai et par conséquent aussi la ligne du chemin de fer de Cambrai à Dour, nous rencontrons ensuite une série de carrières et d'affleurements de calcaires, montrant une suite de plis et de voûtes curieuses et faciles à observer, formant une grande masse qui s'étend jusque dans le bois d'Angre ; ces calcaires activement exploités ont été l'objet d'études minutieuses et approfondies de la part de M. Ladrière, tant à cause de leur importance industrielle que par l'intérêt que présente leur comparaison détaillée avec ceux qui forment les massifs de la Sambre et de la Meuse. Pour ne citer qu'un exemple et un résultat de

son étude, rappelons que c'est à notre Confrère qu'on doit la découverte du marbre Ste-Anne au bois d'Angre : cette couche de trois mètres d'épaisseur, exploitée maintenant par M. le comte de Louvencourt, est formée par « un calcaire compact à surface mamelonnée, pétri de polypiers et traversé en tous sens par une multitude de petites veines de calcite. » (1) Elle fournit un marbre d'une beauté remarquable qui fera la richesse du pays et ne le cédera en rien au Sainte-Anne belge C'est dans ce calcaire qu'est creusée la *grotte quaternaire* du bois d'Angre qui a attiré tant de monde dans les derniers temps : on n'y a pas trouvé de débris de l'industrie humaine, ni d'ossements ; les seules choses que l'on puisse y admirer sont les stalactites qui la remplissent : c'est une grosse géode qui, au point de vue géologique, n'a pas plus d'intérêt que les petites cavités qui perforent le calcaire carbonifère de Dompierre. M. Ladrière a reconnu (2) que ce marbre St-Anne formait la base du Givétien et était surmonté par une masse épaisse de cent trente mètres environ dans laquelle il fait les divisions suivantes en allant du sud au nord, autrement dit en allant de haut en bas, si on ne tient pas compte des nombreuses selles et des fonds de bateaux que dessinent ces couches plissées :

1° Schiste avec banc dur siliceux.

2° Calcaire noir argileux et calcaire coquillier (Orthocères, Bellérophons, Strigocéphales). C'est le coquillier de Gussignies, que nous avons vu dans cette localité et qu'on retrouve à Roisin dans la carrière du bois Delvigne. Cet ensemble a 15 mètres d'épaisseur.

3° Schistes très argileux avec banc de calcaire gris intercalé : 10 mètres.

4° Calcaire à Lucines, Strigocéphales et Polypiers : 35 mètres.

(1) *Ladrière* n° 9, p. 1.
(2) *Ladrière* n° 7, p. 74.

M. Ladrière y distingue, avec les ouvriers, le banc de *quatre pieds*, rempli de polypiers ; le banc de *trois pieds* où l'on voit une foule de coupes de Strigocéphales ; le banc à *Amandes*, ainsi nommé parce que les coupes de Lucines spathisées, qui le farcissent, ressemblent assez à ces graines ; le banc à *Fontaines* qui renferme des pyrites ; le banc appelé banc à *Boules de neige* parce qu'il se distingue par le nombre de nodules de calcite qu'on y rencontre, etc.

5° Calcaire à Lucines, Polypiers et Stromatopores épais de 30 mètres, exploité au bois d'Angre et à Roisin (bois Delvigne. On y remarque le *Banc blanc* à la partie inférieure, formé par un calcaire grisâtre qu'on ne peut polir et qui, d'après M. Ortlieb, [1] renferme des grains de silice translucide. Ce banc blanc est surmonté par le *Marbre St-Vincent* formé par un récif de polypiers et de stromatopores ; on remarque plus haut la *litée de dix-pieds*, remarquable par la grande quantité de *Lucina proavia* et de *L. rugosa* qu'elle renferme. Un banc dur ou *gros dur* assez semblable au banc blanc termine cet ensemble.

6° Calcaire à polypiers et calcaire noir avec rares Lucines : 40 mètres.

7° Calcaire à surface mamelonnée traversé par de nombreuses veines de calcite. C'est le *Ste-Anne* du bois d'Angre, épais de dix mètres.

En continuant à s'enfoncer dans le bois et en suivant toujours le bord de la rivière, qui, depuis Gussignies, est devenue l'Hogneau, on n'observe plus de contournements dans les couches et on voit successivement sous le Ste-Anne :

1° Schistes avec quelques bancs de calcaire argileux à la partie supérieure. On y rencontre :

Calceola sandalina
Spirigera concentrica
Atrypa reticularis

(1) *Ortlieb*, n° 14.

C'est l'Eifélien ou étage des schistes et calcaires de Couvin, à Calcéoles.

2° Grauwacke.

3° Schistes rouges.

4° Deux bancs de poudingue séparés par une vingtaine de mètres de schistes rouges, constituant la masse du *Caillou-qui-bique*. Ce poudingue, dans lequel on ne distingue pas de ciment, mais qui néanmoins est très dur, est formé de galets de quarzite brun et de quarz gras blanc ; ce qui est remarquable, c'est qu'on y rencontre aussi des galets de la roche rouge sous-jacente. Les cailloux qui le composent sont très gros : ils ont généralement les dimensions du poing, mais peuvent atteindre celle d'une tête d'homme. D'après MM. Cornet et Briart, le poudingue du Caillou-qui-bique ne serait pas un dépôt local, comme le sont ordinairement les amas de galets et, de plus, ils sont assez disposés à en faire la base du devonien moyen. Nous ne pouvons, avec MM. Gosselet et Ladrière, accepter cette opinion contraire du reste aux vues exposées dans « *Le Poudingue de Burnot* » par lesquelles notre directeur et maître a prouvé l'existence, sur le bord septentrional du bassin de Dinant, du devonien inférieur complet et correspondant parfaitement au devonien inférieur du bord méridional.

5° Schistes rouges.

6° Schistes bigarrés et psammites verdâtres.

7° Banc d'arkose.

8° Schistes et quarzites rouges.

Tout en étudiant la composition de l'étage givétien et en suivant ses sinuosités, nous avons fait d'autres observations sur les dépôts plus récents qui recouvrent ces couches en stratification discordante. C'est ainsi qu'après avoir traversé le pont de Bettrechies, nous sommes allés voir dans la tranchée de la route de Bellignies la coupe donnée en 1880 par M. Ladrière [1], qui montre la superposition de la zône à

(1) *Ladrière*, n° 11, p. 185

Pecten asper au Sarrazin de Bellignies et fixe ainsi l'âge de ce dernier. La zone supérieure du calcaire de Givet est ici ravinée et, dans une des poches creusées à sa surface, on observe la succession suivante :

	Quaternaire	1° Limon de lavage avec coquilles terrestres .	0m10
		2° Limon argileux avec petits éclats de silex .	0 45
	Tertiaire (Landénien)	3° Marne très argileuse (marne de la Porquerie)	0 20
Crétacé	Turonien	4° Marne blanchâtre à *Terebratulina gracilis* .	0 30
	Cénomanien	5° Marne verdâtre à *Belemnites plenus* . . .	0 15
		6° Sable vert à *Pecten asper*.	0 20
		7° Galets et sables à *Pecten asper*	0 30
		8° Sarrazin de Bellignies	0 50
	Aachénien	9° Argile plastique et sables à gros grains. . .	1 »

Le Sarrazin de Bellignies est un calcaire très dur formé de débris de coquilles, de grains ferrugineux (d'oxyde de fer hydraté) et de galets provenant des couches de grès rouge devonien, empâtés dans un ciment calcaire et ferrugineux. Cette roche dure a été creusée par les habitants de manière à leur servir d'habitation ou de refuge, à une époque qu'on ne peut préciser ; aussi leurs descendants, frappés par l'existence de ces cavernes artificielles, les ont, avec l'esprit chevaleresque peu respectueux de l'histoire qui animait les anciennes imaginations, attribuées aux Sarrazins, et les géologues, adoptant l'appellation indigène, ont attaché à cette roche le singulier nom qu'elle porte.

Lorsque la contemplation du Caillou-qui-bique eut lassé les yeux des plus ardents amateurs de pittoresque, la Société se remit en route pour retourner sur ses pas et aller prendre à Roisin le repas préparé par les soins des organisateurs de l'excursion. La course avait ouvert les estomacs et quand la faim fut apaisée et que la conversation commença à s'engager, c'est-à-dire au dessert, M. Gosselet, en l'absence du Président et du Vice-Président, prit la parole pour remercier

M. Ladrière de nous avoir guidés pendant cette journée. Après d'autres compliments à l'adresse du Bureau et une réponse de M. Ortlieb portant un toast à M. Gosselet, M. Ronelle remercia, au nom des nouveaux membres et des étrangers, ses plus anciens confrères de l'accueil sympathique qu'ils lui avaient fait en exprimant le souhait qu'une pareille occasion de se trouver réunis se présente bientôt. M. Gosselet, avant de laisser les membres se séparer, demande si personne n'a de propositions à faire dans l'intérêt général de la Société. Plusieurs membres prennent tour à tour la parole et émettent des avis que le Bureau soumettra à une discussion plus approfondie.

On se sépare alors ; à 10 heures 35 nous rentrions à Lille, contents de notre journée, heureux et... fatigués.

Séance du 18 Juin 1884.

M. **John J. Stevenson**, Professeur à l'Université de New-York, Washington square, New-York city, U. S. A., est élu Membre correspondant.

M. **Lecocq** lit, au nom de la Commission des finances un rapport sur la gestion du Trésorier et sur l'état des recettes et dépenses pendant l'année 1883. Ces comptes ont été approuvés par la Commission et la Société ratifie par son vote cette approbation. Elle y joint, sur la proposition de M. Lecocq, un vote de remerciements par acclamation à M. Ladrière. Le projet de budget pour 1884, élaboré par la Commission des finances, est adopté.

M. Achille Six lit les communications suivantes :

Le **Batracien** *et les* **Chéloniens de Bernissart.**

Analyse de deux notes de M. **Dollo.** [1]

par M. **Achille Six.**

La détermination d'un amphibien et de quatre tortues, qui accompagnaient les Iguanodons et les Crocodiles de Bernissart, fait l'objet des deux dernières notes publiées par M. L. Dollo.

I. — *L'Amphibien.*

Tout le monde connaît la grenouille et la salamandre; la première remarque que fera celui qui cherche à les distinguer sera évidemment qu'un des meilleurs caractères et le plus frappant est la présence ou l'absence de la queue; ainsi fit-on les amphibiens à queue ou urodèles, les amphibiens sans queue ou anoures, qu'on appela aussi batraciens. Cette dissemblance dans la forme extérieure de l'animal coïncide avec des différences anatomiques et, en particulier, ostéologiques assez importantes pour justifier la division si naturellement établie. Les os de l'avant-bras, ainsi que ceux de la jambe sont séparés chez les urodèles, sont soudés ensemble sur toute leur étendue chez les anoures; les os frontaux et pariétaux sont confluents chez les derniers, le frontal est distinct chez les premiers; les vertèbres caudales sont soudées ensemble pour former un *urostyle* chez les batraciens sans queue, elles ne sont pas soudées chez les autres. On sait que les urodèles actuels comprennent : les protées, les tritons, les salamandres, les axolotls, etc.; les anoures : la grenouille, le crapaud, etc. Des animaux ayant le corps

(1) *L. Dollo* : Note sur le batracien de Bernissart. Bull. du musée royal d'hist. nat. de Belgique, 1884, t. III, p. 85-93, pl. III. — Première note sur les Chéloniens de Bernissart, ibid., 1884, t. III, p. 63-79, pl. I et II.

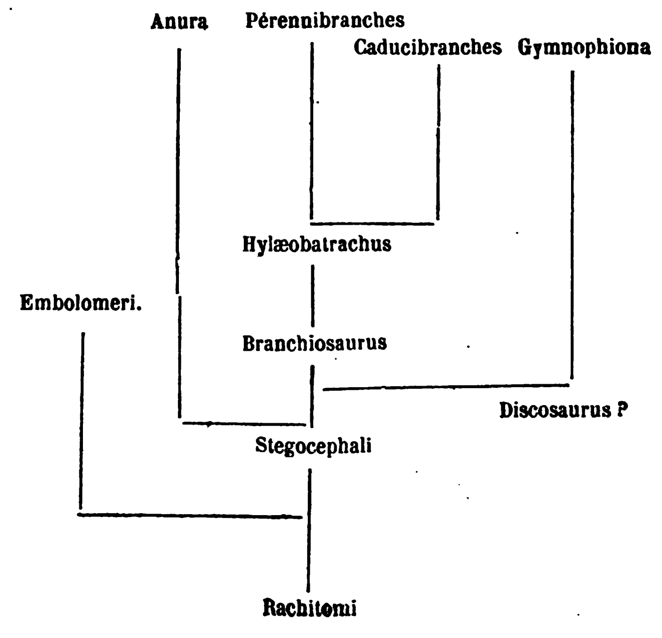
couvert d'écailles et dépourvu de membres, qui, pour cette raison, avaient été jadis considérés comme des serpents, les cécilies, sont venus former, à côté des deux ordres précédents, un groupe d'égale importance, celui des *Gymnophiona*. Cette absence de membres entraîne aussi l'absence d'os de l'épaule et du bassin, ce qui fournirait un excellent caractère pour en distinguer les fossiles. On n'a jamais rencontré d'amphibiens fossiles appartenant à ces trois ordres dans des terrains plus anciens que le terrain tertiaire ; l'amphibien de Bernissart est wealdien, c'est-à-dire a vécu alors que l'époque jurassique finissait et que s'ouvrait le siècle crétacé. Mais beaucoup plus anciennement ont vécu les labyrinthodontes, ces singuliers animaux tenant à la fois des poissons ganoïdes, des amphibiens et des crocodiles, si bien caractérisés par la bizarre complication de la structure de leurs dents, par leur armure dermique formée de plaques osseuses gravées de sillons qui ressemblent aux traces sinueuses que creusent les vers, par leur peau couverte d'écailles et leur crâne semi-batracien, semi-crocodile, enfin, par la grande taille presque gigantesque de certains d'entre eux. De nouvelles formes, décrites par MM. Cope et Gaudry, sont venues combler une partie des lacunes qui séparaient les genres déjà connus et ont permis de subdiviser ce grand tas à éléments hétérogènes des amphibiens carbonifères, permiens et triasiques. Ils ont, comme les urodèles, les os de la jambe et de l'avant-bras distincts, mais leur crâne possède deux os supraoccipitaux et deux supratemporaux qui manquent aux amphibiens actuels. Des caractères ostéologiques fort nets ont permis à M. E. D. Cope, le célèbre paléontologiste américain, de les diviser en trois classes. Chez l'une, les centres vertébraux sont d'une seule pièce ; c'est la classe des *Stegocephali* (microsauriens ou petits animaux rencontrés dans des troncs d'arbres fossiles du carbonifère de la Nouvelle-Ecosse, Labyrinthodontes proprement dits, Branchiosaurus, etc.). Chez

es autres, ces centres vertébraux sont formés de trois pièces, un intercentre compris entre deux pleurocentres; alors chaque paire de neurapophyses peut être, suivant la dimension de ces parties, supportée par un centre seulement, comme chez les *Rachitomi* (Archegosaurus, Actinodon, Euchirosaurus, etc.) ou à la fois par un centre et un intercentre; c'est le cas des *Embolomeri* (Cricotus).

Bien qu'il soit chronologiquement assez rapproché de nous, l'amphibien de Bernissart est encore suffisamment vieux pour nous rappeler sans doute certains traits de l'organisation des labyrinthodontes triasiques. C'est un trait d'union entre les animaux de cet âge et ceux du tertiaire qu'il ne faut pas négliger d'étudier et on comprend aisément tout l'intérêt de cette étude.

L'amphibien de Bernissart se distingue de tous les autres amphibiens primaires et secondaires par l'absence de toute armure dermique ou épidermique. Il possède des membres et une queue dont les vertèbres ne sont pas soudées ensemble : c'est donc un urodèle. M. G. A. Boulenger a divisé les urodèles en trois familles : les *Salamandridea*, urodèles sans branchies, ni orifices branchiaux et dont les vertèbres sont opisthocœles; les *Sirenidae* qui n'ont pas de membres postérieurs; enfin les *Proteidae* à branchies persistantes. C'est à cette dernière famille qu'il faut rattacher l'animal en question, car on retrouve sur l'échantillon de Bernissart les restes de trois arcs branchiaux parfaitement ossifiés. Mais, seul de la famille, il possède cinq orteils, quand le Protée n'en a que deux et le Ménobranche du Mississipi, qui en forme le second genre, seulement quatre. M. Dollo lui donne le nom d'*Hylaeobatrachus Croyii*; il semble pencher vers l'opinion exprimée par M. le Professeur Widersheim, à la vue de ce fossile, que l'amphibien de Bernissart doit être considéré comme la souche des Salamandres, qui présentent comme lui un arc maxillaire distinct; d'ailleurs, il est évi-

dent que les Caducibranches ont commencé par être Pérennibranches. D'autre part, remarquons avec M. Dollo que l'armure ventrale des Labyrinthodontes semble vouloir disparaître dans le genre *Branchiosaurus*, qui possède, comme l'*Hylaeobatrachus*, un squelette bien ossifié, des côtes droites et courtes sur presque toutes les vertèbres, deux arcs branchiaux (au lieu de trois) parfaitement ossifiés, des membres antérieurs plus courts que les postérieurs, cinq orteils et quatre doigts ; enfin, que l'amphibien de Bernissart, pas plus que le Stégocéphale du Rothliegende des environs de Dresde, n'a de dents sur la parasphénoïde, les palatins et les ptérygoïdiens. On ne saurait donc méconnaître les liens de parenté qui unissent l'*Hylaeobatrachus* aux Amphibiens primaires et secondaires par le *Branchiosaurus* et il est à espérer qu'on pourra ainsi relier à ces animaux, qui parurent d'abord s'en éloigner d'une manière absolue, les amphibiens actuels.



Cet essai d'édification de l'arbre généalogique des Amphibiens. a déjà été tenté par M. Cope. Nous avouerons, comme M. Dollo, qu'il ne nous paraît pas résumer d'une manière naturelle les relations des différents ordres de cette classe. C'est ainsi que nous aimerions mieux voir les *Gymnophiona* dériver directement des Stégocéphales qui donneraient ainsi un rameau bifurqué conduisant, l'un aux Cécilies, l'autre aux Urodèles du type de l'*Hylaeobatrachus*. Une branche détachée de ce rameau donnerait les Caducibranches, tandis que le tronc principal se continuerait dans les Pérennibranches.

II. — *Les Chéloniens.*

On a trouvé quatre tortues à Bernissart. Avant de les comparer aux tortues qui vivent actuellement, passons rapidement en revue les divers caractères qui ont permis aux erpétologistes de faire des subdivisions dans ce groupe d'ailleurs si naturel et si nettement délimité. On connaît des tortues terrestres ou habitant des endroits marécageux, voire même de véritables marais; d'autres, entièrement aquatiques, habitent soit les grands fleuves, soit la mer. Cette diversité d'habitats a fait naître tout naturellement de sensibles différences dans la structure de chacun de ces groupes. Les tortues de mer auront, par exemple, la carapace arrondie en avant, mais étirée en pointe en arrière, quand les tortues de fleuves et les tortues terrestres l'auront régulièrement ovale, mais aplatie dans les premières, bombée dans les secondes.

Les tortues terrestres ou amphibies sont celles qui s'éloignent le plus du type ancestral, car elles ont dû s'adapter à la vie sur terre ; il semble que c'est chez les tortues aquatiques et même chez les tortues marines que nous devons chercher les animaux qui se rapprochent le plus du type chélonien idéal ; c'est en tous cas dans cette classe que les transformations auront été moindres et que nous retrouverons les caractères ancestraux.

Toutes les pièces qui forment le plastron[1] des Chéloniens aquatiques restent séparées les unes des autres pendant toute la vie, caractère qu'ils ont commun avec les jeunes des tortues terrestres. Le tympan de leur organe auditif est toujours caché sous la peau.

Les Chéloniens marins ont aussi reçu le nom de Thalassites ou *Cheloniida*. Leurs extrémités sont toujours transformées en nageoires; pour arriver à cette adaptation, leurs doigts ou leurs orteils se sont aplatis et solidement réunis les uns aux autres, sauf le 4e et le 5e orteils qui conservent plus ou moins leur mobilité. Leurs mâchoires sont garnies d'un revêtement corné très massif dans toute son étendue. Chez ces animaux la tête et les extrémités ne peuvent pas se retirer sous la carapace. Comme on l'observe chez tous les animaux nageurs, les membres antérieurs sont remarquablement plus longs que les postérieurs; les ongles sont rudimentaires et c'est tout au plus si on en rencontre un ou deux à chaque patte chez les carets et les tortues franches (tribu des *Chelonina*); ils manquent même complètement chez les luths ou grandes tortues à cuir (tribu des *Sphargidina*) ainsi, nommées parce que la carapace et le plastron sont recouverts d'une peau épaisse et continue, tandis que chez les autres, ces parties sont recouvertes de plaques cornées parquetées ou imbriquées.

Les tortues des grands fleuves de l'Afrique, de l'Amérique et du sud de l'Asie forment le groupe des Potamites ou *Trionychida;* on les a aussi nommées tortues molles, parce que leur carapace et leur plastron sont recouverts d'une peau continue sans trace de plaques cornées. Leurs extrémités ont invariablement la forme de palettes formées de doigts assez longs réunis ensemble par une membrane interdigitale; leurs pattes ne portent jamais plus de trois ongles. Leurs narines sont constamment prolongées en une trompe

(1) Partie inférieure de la carapace, celle qui repose sur le sol.

molle et leurs mâchoires sont garnies de lèvres charnues. Ils peuvent retirer sous la carapace leur tête et leur cou, et chez quelques formes, il faut que des opercules dépendant du plastron viennent s'ajouter à la carapace pour cacher les extrémités et la courte queue de ces animaux.

Les os qui composent le plastron des Chéloniens terrestres ou amphibies (Chersites et Paludines) sont constamment soudés en une seule pièce présentant tout au plus une ouverture au milieu. Ce plastron et la carapace sont toujours couverts de plaques cornées. Le tympan est toujours visible.

Les tortues terrestres et de marais composent la famille des *Testudinida*; suivant le genre de vie de l'animal, ses extrémités sont adaptées à la marche ou à la natation; en effet, les doigts des tortues de marais sont assez longs et palmés, les doigts des tortues terrestres sont raccourcis et libres; la carapace des espèces nageuses est aplatie, celle des espèces terrestres est bombée, la queue est plus longue chez les premières que chez les secondes. Les ongles sont de différentes formes; on en compte généralement cinq, mais toujours au moins quatre aux membres antérieurs; les membres postérieurs en possèdent généralement quatre, rarement cinq et dans un seul cas trois. C'est à cette famille qu'appartiennent les tortues que nous sommes habitués à voir dans les jardins ou sur les marchés : la tortue grecque, la tortue mauresque, la tortue éléphantine sont terrestres; les Cistudes, les Emydes chassent les poissons et autres habitants des eaux marécageuses. On peut les réunir en une seule tribu des Chersémydes, formée d'animaux pouvant presque tous retirer la tête et le cou sous leur carapace et chez lesquels le bassin n'est pas soudé avec le plastron. D'autres tortues de marécage ne peuvent pas retirer la tête et le cou sous la carapace [1] et ont le bassin toujours soudé

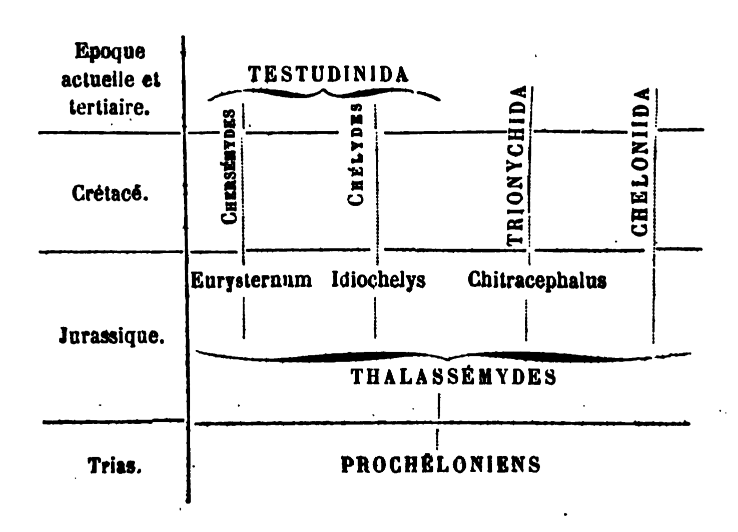
(1) La tête et le cou peuvent se replier sur le côté et sont protégées dans cette position par le bord fréquemment proéminent de la carapace.

au plastron, telles les Chélodines, les Chélydes.

On rencontre des tortues fossiles dans les terrains secondaires et tertiaires. Les plus anciennes, celles qu'on rencontre dans le terrain jurassique et dont H. v. Meyer et MM. Zittel et Rütimeyer nous ont donné de si belles descriptions, possèdent des caractères propres qui exigent l'établissement d'une quatrième famille, celle des Thalassémydes. A ne considérer que la carapace et le plastron, on en ferait des *Cheloniida* (tortues de mer); si, au contraire, on essaie de les caractériser par la structure de leurs membres, ce sont des *Testudinida*. Les Thalassémydes renferment les genres Thalassemys, Tropidemys, Idiochelys de Soleure, Eurysternum et Hydropelta de Bavière et du Hanovre. On doit maintenant y ajouter l'un des Chéloniens de Bernissart, le *Chitracephalus Dumonii* Dollo. La forme et la structure de la carapace semblent indiquer que cette tortue vivait dans des endroits marécageux et on peut déduire de la ressemblance de son crâne, notamment dans la région du museau, avec celui des *Trionychida*, qu'elle avait les narines prolongées en une trompe molle, les mâchoires garnies de lèvres charnues et qu'elle pouvait retirer son cou et sa tête sous sa carapace.

Si maintenant nous examinons l'ensemble des Thalassémydes, nous y trouvons des formes telles que Thalassemys, Tropydemys et Eurystermum qui semblent des Chersémydes à caractères archaïques, d'autres, Idiochelys et Hydropelta, qui font penser aux Chélydes, enfin, le *Chitracephalus* qui nous apparaît comme menant aux *Trionychida*. On ne peut donc plus chercher la souche des tortues actuelles que dans les *Cheloniida* ou les Thalassémydes. Mais dira-t-on jamais, par exemple, que la baleine est l'ancêtre des mammifères? L'étude un peu attentive de la structure des tortues nous montre immédiatement que le groupe des tortues de mer est composé d'animaux adaptés, par transformation des membres,

à la vie aquatique par excellence, la vie maritime. La position géologique des restes de Thalassémydes concorde du reste pleinement avec l'hypothèse qu'ils sont la souche du groupe et ne peut-on pas, avec M. Dollo, dresser le tableau suivant :



Les trois autres tortues de Bernissart appartiennent au même genre et à la même espèce ; il y en a deux petites qui sont les jeunes de la troisième plus grande. Elles appartiennent à la famille des *Testudinida*, tribu des *Chélydes*, dans laquelle elle forme un nouveau genre. M. Dollo l'appelle *Peltochelys Duchasteli*. Ce Chélonien se rapproche beaucoup du *Peltocephalus* de l'Amérique méridionale ; comme lui, il habitait les endroits marécageux et ne pouvait pas retirer sa tête et son cou entre ses pattes sous la carapace, mais était obligé de les replier sur le côté pour les protéger.

Les **Dinosauriens carnivores** *du* **Jurassique Américain,** *d'après M. le prof.* **O.-C. Marsh** (1)

Analyse par M. **Achille Six.**

Bien qu'il se soit écoulé soixante ans depuis que Buckland a décrit le Mégalosaure, il y a encore beaucoup à dire sur les Dinosauriens carnivores formant le grand ordre des *Theropoda.* Chaque jour apporte une nouvelle découverte qui ajoute à nos connaissances sur ces intéressants animaux. Le prof. O.-C. Marsh vient d'en résumer les caractères en les complétant d'après de nouveaux échantillons rencontrés dans les couches à *Atlantosaurus* du Colorado, en compagnie d'autres dinosauriens, appartenant aux *Sauropoda*, aux *Stegosauria* et aux *Ornithopoda*, et de mammifères jurassiques. Une nouvelle forme, dont il fait un nouveau genre et qui est le type d'une nouvelle famille, complète ce que nous savions déjà sur l'ensemble de l'ordre; le prof. Marsh la décrit sous le nom de *Ceratosaurus nasicornis.* Le squelette presque complet qu'on en a trouvé mesurait plus de dix-sept pieds de long, soit 5m20. L'animal vivant était environ moitié moins gros que l'*Allosaurus fragilis* du même ordre et du même niveau géologique.

Le crâne était très grand, proportionnellement au reste du squelette; la partie postérieure était élevée et médiocrement élargie transversalement, la partie faciale allongée allait en s'atténuant graduellement pour former un museau. Vu de face, ce crâne ressemble à celui d'un crocodile; vu de côté,

(1) *Prof. O.-C. Marsh*: The principal characters of American jurassic Dinosaurs belonging to the Order Theropoda. Amer. journ. of sc. and arts vol. XXVII, Avril 1884. Geol. mag. n° 240, New series, Decade III, vol. I, n° VI, Juin 1884, p. 252 avec 8 gravures. Mémoire analysé dans Science, vol. III (n° 65) du 2 Mai 1882, p. 542, qui en reproduit 5 grav.

il rappelle le type lacertilien. Les os nasaux supportent un grand os tranchant, dont les surfaces latérales très rugueuses sont gravées de sillons dans lesquels se distribuaient des vaisseaux. Cet os supportait évidemment une grande corne tranchante qui a dû fournir à l'animal une arme offensive et défensive redoutable. Cette corne est inconnue chez tous les autres dinosauriens et on ne sait pas encore si c'est là un caractère commun à tous les animaux de la même famille ou si cette production n'existe que dans le seul genre *Ceratosaurus*. La corne de l'Iguanodon que Mantell a décrite n'est en effet que la phalange distale du pouce de ce dinosaurien.

Les côtés du crâne montrent les grandes ouvertures qu'on retrouve aussi chez les Sauropoda et que l'on rencontre toujours chez les Theropoda ; ce sont : l'orifice nasal antérieur, l'orbite grand et oval, l'ouverture temporale inférieure encore plus grande et la fosse supra-temporale visible sur le dessus du crâne. On remarque en outre sur le crâne du *Ceratosaurus* un foramen antéorbitaire triangulaire, grand, placé comme l'indique son nom entre l'ouverture nasale et l'orbite et que l'on ne connaît chez aucun autre dinosaurien. Les os carrés sont fortement inclinés en arrière, différant en cela totalement des os correspondants du *Diplodocus* et des autres *Sauropoda*. Les prémaxillaires séparés n'ont chacun que trois dents fonctionnelles (le *Compsognathus* et le *Mégalosaure* en ayant quatre comme les *Sauropoda* et le *Creosaurus* du jurassique américain en possédant cinq). Les os maxillaires grands et massifs sont garnis chacun de quinze grandes dents fonctionnelles, puissantes et tranchantes, ayant la même forme générale que celles du *Mégalosaure* et indiquant assez clairement quelle devait être la férocité de l'animal qui les possédait. Au-dessus du trou antéorbitaire, une grande protubérance formée par les préfrontaux vient recouvrir partiellement l'orbite et le protéger.

Le cerveau, quoique de taille moyenne, était comparative-

ment beaucoup plus grand que celui des dinosauriens herbivores; il était de forme allongée et placé un peu obliquement dans le crâne, l'extrémité postérieure s'inclinant vers le bas.

Le *foramen magnum* était petit; le cervelet de taille moyenne; les lobes olfactifs très grands étaient étalés; le corps pituitaire semble avoir été très grand.

La mâchoire inférieure était grande et forte, principalement dans la partie postérieure; elle portait un grand foramen semblable à celui des crocodiles. Chacune des branches portait quinze dents semblables à celles de la mâchoire supérieure et ces branches étaient unies en avant par un cartilage, comme chez les autres dinosauriens.

On a trouvé dernièrement un os dentaire édenté en avant qu'on a rapporté au genre Labrosaurus, aussi de la famille des Theropoda. Les dents qui le garnissent sont plus triangulaires que dans tous les autres genres de la famille M. Marsh l'appelle *Labrosaurus ferox*.

Les vertèbres cervicales sont fort curieuses : elles diffèrent de celles de tous les autres reptiles connus et forment un nouveau type. A l'exception de l'atlas, elles sont fortement opisthocœles, en ce sens qu'elles présentent une cavité excessivement profonde tournée vers la queue de l'animal; mais, au lieu du mamelon également développé à l'autre bout de la vertèbre qu'on s'attend à trouver dans tout type opisthocœcle, la surface tournée vers la tête est parfaitement plane et les dimensions en sont telles qu'elle ne peut entrer que très peu dans le creux correspondant de la vertèbre supérieure. La quantité dont elle y entre est du reste indiquée par une étroite bande articulaire marquée tout autour de cette surface. Cette sorte d'articulation laisse plus des trois quarts de la cavité inoccupés par la vertèbre suivante et formait, selon toute apparence, une assez faible jointure. Chez tous les Theropoda, sauf chez le *Caelurus*, les côtes cervicales sont articulées aux centres et non soudées avec eux, comme cela se passe chez les Sauropoda. Ce dernier ordre est donc le

seul qui présente cette conformation parmi tous les Dinosauriens, car les Stegosauria et les Ornithopoda ont les côtes libres dans la région cervicale. Le sacrum est composé de cinq vertèbres soudées, quand celui du Créosaurus n'en a que deux; le Mégalosaure en a aussi cinq. Du reste ce nombre varie dans les différents genres de Theropoda, comme dans les Sauropoda. La queue du Ceratosaurus était haute, mince, très longue, adaptée pour la natation et servant de gouvernail à son propriétaire. Les membres antérieurs étaient très petits chez tous les Theropoda; leurs doigts étaient armés de puissantes griffes comprimées.

Les os du bassin du Ceratosaurus sont tous soudés ensemble, comme dans les oiseaux actuels; il n'y a guère que l'Archæopteryx parmi les oiseaux fossiles adultes qui ait les os du bassin séparés. Le bassin est très étroit; ce retrécissement contraste d'une manière frappante avec la largeur de cette région chez les Dinosauriens herbivores qu'on rencontre avec ce carnivore. Les pubis étaient longs et solidement unis sur la plus grande partie de leur longueur; ils se terminaient par un large corps massif en forme de pied qui servait probablement à soutenir l'animal quand celui-ci était assis. Des traces rencontrées dans les grès de Connecticut-River semblent indiquer que certains Dinosauriens triasiques s'asseyaient sur leurs ischions. Ils prenaient probablement cette posture pour guetter leur proie.

Les membres postérieurs, beaucoup plus longs que les membres antérieurs, comme nous l'avons déjà dit, étaient armés de griffes arrondies, non comprimées.

Des plaques osseuses dermiques allaient de la base du crâne s'étendre le long du cou sur les vertèbres; elles semblent n'être que le résultat de l'ossification de cartilages.

La classification des Theropoda doit, par suite de l'adjonction de la famille des *Ceratosauridae*, être modifiée de la manière suivante :

Ordre des *Theropoda*.

Os prémaxillaires garnis de dents. Narines antérieures à l'extrémité du crâne. Grande ouverture antéorbitaire. Vertèbres plus ou moins creuses. Membres antérieurs très petits; os des membres creux. Pieds digitigrades; doigts à ongles préhensiles. Pubis se projetant vers le bas, à extrémités distales ossifiées.

I. Famille des *Megalosauridae*. — Vertèbres antérieures convexo-concaves; autres vertèbres biconcaves. Pubis grêles. Astragale avec apophyse ascendante.

Genres : *Megalosaurus* (*Poikilopleuron*), *Allosaurus*, *Cœlosaurus*, *Creosaurus*, *Dryptosaurus* (*Laelaps*).

Age : Jurassique et crétacé.

II. Famille des *Ceratosauridae*. — Corne sur le crâne. Vertèbres cervicales plano-concaves; autres vertèbres biconcaves. Pubis grêles. Os du bassin soudés ensemble. Plaques dermiques osseuses. Astragale avec apophyse ascendante.

Genre : *Ceratosaurus*.

Age : Jurassique.

III. Famille des *Labrosauridae*. — Mâchoire inférieure dentée en avant. Vertèbres cervicales et dorsales convexo-concaves. Pubis grêles à bords antérieurs unis. Astragale avec apophyse ascendante.

Genre : *Labrosaurus*.

Age : Jurassique.

IV. Famille des *Zanclodontidae*. — Vertèbres biconcaves. Pubis en forme de larges plaques allongées à bords antérieurs unis. Astragale sans apophyse ascendante. Cinq doigts au pied et à la main.

Genres : *Zanclodon*, ? *Teratosaurus*.

Age : Triasique.

V. Famille des *Amphisauridae*. — Vertèbres biconcaves.

Pubis en baguette. Cinq doigts à la main et trois au pied.

Genres : *Amphisaurus* (*Megadactylus*), ? *Bathygnathus*, ? *Clepsysaurus*, *Palaeosaurus*, *Thecodontosaurus*.

Age : Triasique.

Sous-ordre des *Cœluria*.

VI. Famille des *Cœluridae*. — Vertèbres et os du squelette pneumatiques. Vertèbres cervicales antérieures convexo-concaves; les autres vertèbres biconcaves. Côtes cervicales soudées avec les vertèbres. Métatarsiens très longs et grêles.

Genre : *Cœlurus*.

Age : Jurassique.

Sous-ordre des *Compsognatha*.

VII. Famille des *Compsognathidae*. — Vertèbres cervicales convexo-concaves; les autres vertèbres biconcaves. Trois doigts fonctionnels à la main et au pied. Ischions avec longue symphyse sur la ligne médiane.

Genre : *Compsognathus*.

Age : Jurassique.

On connaît encore des débris de Dinosauriens carnivores dont l'état n'a pas permis de les rapprocher de l'une quelconque des familles précédentes. Les ordres des *Hallopoda* et des *Ætosauria* renferment des reptiles carnivores dont on ne peut méconnaître les affinités avec les Dinosauriens, mais qui en diffèrent par quelques-uns de leurs plus saillants caractères ; l'*Ætosaurus*, par exemple, a les membres d'un crocodile; le membre postérieur de l'*Hallopus* était spécialement adapté au saut. Il est à espérer que de nouvelles découvertes viendront bientôt compléter nos connaissances sur cette intéressante classe.

M. Charles Barrois fait la communication suivante :

Note préliminaire sur les

schistes à staurotides du Finistère,

par le Dr **Ch. Barrois.**

Les staurotides des micaschistes du Finistère ont rendu célèbres les localités de Coadrix, Coray, Scaër, où on les ramasse en grand nombre.

Ces micaschistes forment une zone continue que j'ai pu tracer dans le Finistère, de Scaër à Plogonnec. Des vues différentes ont été émises sur leur âge. Je partage pleinement ici l'opinion de M. de Fourcy (1) pour qui ces micaschistes étaient d'âge cambrien ; mais c'est à l'action de la granulite, qui forme des pointements alignés de Locronan au Faouet, que je rapporte le métamorphisme de ces schistes.

Le mica noir très abondant dans ces schistes staurotidifères, a été le premier minéral développé métamorphiquement ; la staurotide le contient toujours en inclusions (2). Les cristaux de staurotide sont en outre remplis de gouttelettes de quarz de corrosion. Il y a de nombreuses variétés de staurotides dans ce faisceau de schistes, il en est de microscopiques, d'autres atteignent 0,08 de long ; en outre de ces variations de taille, il en est de plus importantes : on trouve des variétés rouge-foncé, translucides, rappelant le grenat par leur aspect (grenatite du Saint-Gothard) ; on trouve des variétés opaques, brun-grisâtre, ce sont les plus communes, elles sont habituellement en cristaux simples, les macles

(1) *de Fourcy* : Description du Finistère, p. 94.

(2) Ces inclusions de biotite sont cependant rares, les lamelles de biotite sont habituellement accolées autour des staurotides, ou forment des traînées disloquées par ces mêmes cristaux. Les autres minéraux inclus sont, tourmaline (rare), rutile (très rare) fer oxydulé (abondant), quarz en globules et en dihexaèdres.

(croisettes) sont relativement rares sur le terrain, et ne sont si répandues dans les collections qu'à cause du soin qu'on met dans le pays à les ramasser. En dehors de cette variété brunâtre, il en est une troisième incolore, rappelant un type connu des Alpes, décrit par M. von Lasaulx, mais qui pourrait bien être du disthène, comme l'a suggéré M. Rosenbusch.

Séance du 2 Juillet 1884.

MM. **Beghin, Eeckman** et **Lespilette** sont élus Membres titulaires.

M. Achille Six fait la communication suivante :

Le Challenger *et les* abîmes de la mer, *par M.* Ach. Six.

Analyse de la note de MM. Murray *et* Renard *sur les* dépôts des mers profondes.

Le 19 Mars 1879, j'assistai pour la première fois à la séance de la Société géologique du Nord. Par une de ces bonnes fortunes, malheureusement trop rares, qui font marquer d'un caillou blanc un jour unique dans la vie monotone de l'étudiant, il me fut donné d'entendre ce jour-là un des plus grands savants dont s'honore la Belgique exposer d'une façon magistrale les belles découvertes faites par le *Challenger* dans les abîmes océaniques Il nous montra en main et sous le microscope les résultats d'études pénibles et minutieuses qu'il avait entreprises sur les échantillons dragués par le navire anglais pendant son expédition scientifique. M. Renard, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique et Membre associé de notre Société, nous intéressa bien vivement ce soir-là, et, comme le dit alors M. Ch. Barrois, Pré-

sident, cette séance comptera parmi les meilleures dont nous pourrons conserver le souvenir. Nous n'en avons en effet conservé pendant plus de cinq années que le souvenir, agréable sans doute, mais, il faut bien l'avouer, peu net, car rien ne pouvait le raviver et l'éclaircir : une note annexée au procès-verbal de la séance nous avertissait que « la note du P. Renard serait publiée ultérieurement. » Nous avons attendu et nous regrettions déjà d'avoir été oubliés, lorsque parut le travail de MM. Murray et Renard sur les sédiments de mer profonde [1], dans le *Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique*. C'était, avec des additions, la conférence que le savant pétrographe nous avait faite ; on comprend facilement que je n'ai pas hésité un seul instant à la résumer, comblant ainsi une lacune dans nos *Annales* et imprimant le souvenir trop prompt à s'envoler. M. Renard me pardonnera de faire précéder son œuvre de quelques explications élémentaires, si naturelles dans un écrit vulgarisateur, et personne, je l'espère, ne me reprochera d'avoir ajouté quelques détails sur la célèbre croisière [2].

Le *Challenger* est un bâtiment de guerre anglais, une corvette de 2,300 tonnes, qui a changé ses canons en microscopes et troqué son éperon contre une drague. Ce vaisseau désormais inoffensif n'a jamais rendu autant de services que lorsque l'Etat l'eut transformé à ses frais en un laboratoire

(1) *John Murray* et *A. F. Renard* : Les caractères microscopiques des cendres volcaniques et des poussières cosmiques et leur rôle dans les sédiments de mer profonde. Bull. musée royal d'hist. nat. de Belgique, t. III, p. 1-23. — Notice sur la classification, le mode de formation et la distribution géographique des sédiments de mer profonde. Ibid , p. 25-62.

Voir aussi : *Murray* : Proceedings of the Royal Society, t. XXIV.
Delesse : Lithologie du fond des mers

(2) Ces détails seront empruntés en grande partie aux articles sur le voyage d'exploration du *Challenger* écrits par M. *G. Brown Goode* dans *Science*, vol. III, n° 66, p. 576 et vol. IV, n° 79, p. 116 et n° 82, p 176, et ajoutés pendant l'impression.

flottant en le munissant de tous les engins, appareils et instruments nécessaires pour étudier la mer et ses habitants : l'équipement du *Challenger* était le dernier mot de la technique scientifique d'alors. Quant aux hommes qui le montaient, leur mérite seul aurait suffi à expliquer les largesses du gouvernement sans qu'il soit besoin de faire intervenir pour les excuser l'intérêt général de la science. C'était d'abord un état-major choisi d'officiers de marine aux goûts et aux aptitudes les plus diverses comme aussi les plus développées ; en outre, six savants spécialistes civils choisis par la Société royale étaient chargés de recueillir les collections.

Cette expédition avait été conçue et organisée exclusivement dans un intérêt de science pure ; malgré leur esprit éminement pratique, nos voisins d'Outre-Manche avaient voulu se montrer prodigues et désintéressés pour la science et avaient étouffé en cette circonstance leur instinct commercial. C'était la suite naturelle et pour ainsi dire la continuation des expéditions précédentes du *Lightning* et du *Porcupine*, inspirées et conduites par Carpenter, Gwyn Jeffreys et Wyville Thomson. L'Angleterre fit école et toutes les nations voulurent l'imiter au retour du *Challenger*. La Suède et la Norwège organisèrent sous la direction du professeur Mohn les voyages d'exploration que l'on sait ; l'Allemagne mit ses savants en campagne ; l'Italie équipa le *Washington* et le *Violante*, la France le *Travailleur* et le *Talisman*, la Hollande le *Willem Barents*, les Etats-Unis le *Blake*, le *Fish Hawsk* et l'*Albatros*.

L'histoire de l'expédition et la nature générale des découvertes qu'elle a faites ont déjà été publiées depuis longtemps par le Directeur de l'expédition, Sir Wyville Thomson. Pendant la dernière partie du voyage, afin de satisfaire la légitime curiosité du public, l'illustre naturaliste écrivit aux *Good Words*, revue de famille, sorte de *Magasin pittoresque* britannique, une série de lettres qui, rassemblées plus tard

en un tout, furent réimprimées (1) pour servir de préface aux rapports définitifs sur cette expédition. Le professeur Moseley a aussi publié (2) un charmant livre qui rappelle de beaucoup de façons le « Voyage of a naturalist on the Beagle » de Darwin. Il faut aussi citer les lettres de Lord George Campbell (3), l'album in-folio illustré de l'Ingénieur Spry contenant des centaines d'esquisses de vues et de paysages (4), les petits livres de M. J.-J. Wild (5), etc.

Le *Challenger* partit en 1872 faire le tour du monde, fouilla toutes les mers où sa coque put entrer et après avoir parcouru près de cent douze mille kilomètres en zigzag, revint, trois ans et demi après, déverser ses richesses dans les mains du gouvernement dont il était l'agent. Pendant ce temps, il avait établi en mer trois cent soixante-deux stations d'observation et fait plus de cinq cents sondages d'eau profonde, preuve d'une grande activité, car avec les moyens dont il disposait alors, il fallait une journée entière au *Challenger* pour donner un coup de drague à la profondeur de 2,000 à 2,500 brasses, opération qui se fait actuellement avec facilité en 4 à 5 heures.

Les naturalistes de l'expédition avaient déjà fait plusieurs envois d'échantillons, des Bermudes, d'Halifax, de la Ville du Cap, de Sydney, de Hong-Kong et du Japon ; ils rapportaient encore avec eux à Sheerness, à l'embouchure de la Tamise, 2,270 bocaux, 1,749 flacons, 1,860 tubes de verre, 176 étuis en fer blanc contenant des spécimens conservés dans l'alcool,

(1) *Sir Wyville Thomson :* The voyage of the Challenger, — the Atlantic; a preliminary account of the exploring voyage of H. M. S. Challenger, 1878, 2 vol. in-8°.

(2) *Prof. Moseley :* Notes by a naturalist on the Challenger. London, 1879, 620 p. in-8°.

(3) *Lord George Campbell :* Log letters from the Challenger. London, 1876.

(4) *Spry :* The cruise of her Majesty's ship Challenger. London, 1876.

(5) *J.-J. Wild :* Thalassa et At Anchor (à l'Ancre).

22 barils d'échantillons dans la saumure et 180 étuis de fer blanc renfermant des pièces desséchées.

On pourrait croire que toutes ces richesses une fois débarquées ont été dirigées immédiatement sur le British Museum pour y être étudiées, classées et exposées. Il n'en est rien : elles ont pris la route d'Edimbourg, où Wyville Thomson a établi le laboratoire général de l'expédition et d'où les collections sont successivement envoyées au British Museum à mesure que l'étude en est finie. Il est de la plus claire évidence que le directeur des recherches était mieux préparé que qui que ce fût pour mettre de l'ordre dans ces collections ramassées par son état-major ; du reste on a déjà vu et on verra que la science n'a rien eu à perdre en cette circonstance, car les matériaux rapportés par le *Challenger* sont envoyés aux quatre coins du monde pour y être étudiés par des savants spécialistes de toutes les nationalités ; qu'ils viennent de Londres ou d'Edimbourg, ils n'en seront pas moins (et nous en avons déjà la preuve pour un certain nombre d'entre eux) le sujet d'œuvres de premier ordre.

Wyville Thomson est mort en mars 1882 avant d'avoir pu terminer entièrement sa mission ; il a été remplacé par son premier assistant pour l'histoire naturelle, M. John Murray, et on peut dire que le gouvernement anglais a eu la main heureuse.

Il y a longtemps que le *Challenger* a fini sa tâche : aujourd'hui ses dragues et ses filets pendent en lambeaux délabrés, mais vénérables comme les restes effilés d'un drapeau troué de balles, sur les rampes d'escalier du Musée d'Architecture navale de South Kensington.

L'étude des collections, commencée immédiatement après l'arrivée, a déjà donné lieu à des rapports définitifs dont le premier a paru en 1880. A l'heure qu'il est, ils forment dix gros volumes in-4° ornés d'une foule de splendides planches lithographiées ; deux des volumes renferment l'histoire de

l'expédition et les résultats des observations physiques, les huit autres forment le commencement de la série d'histoire naturelle. La série entière comprendra vingt volumes dont on nous promet le dernier pour 1887 En attendant, au moins trois cents rapports préliminaires ont déjà été publiés; nous apprenons qu'il est probable que ce nombre s'augmentera de beaucoup cette année, car la section de biologie de l'Association britannique a décidé de ne s'occuper, au Congrès de Montréal, presque que de la vie pélagique.

Les huit volumes de rapports zoologiques parus contiennent vingt-quatre monographies; il en reste encore trente à publier, outre deux rapports botaniques, plusieurs conclusions de notes déjà en partie publiées et enfin le rapport final sur l'ensemble des résultats que M. Murray ne pourra évidemment livrer à l'impression que le dernier.

Les collections rapportées ont été, avons-nous dit, envoyées à des savants spécialistes de toute nationalité. C'est ainsi que les Mammifères ont été confiés au professeur W. Turner de l'Université d'Edimbourg, et les Marsupiaux au professeur D. J. Cunningham du Royal College of Surgeons d'Irlande. Les oiseaux ont été étudiés par MM. W. A. Forbes, Garrod, Salvin, Saunders, Sclater, Tweeddale, ainsi que par MM. Finsch de Brême et Salvadori de Turin. Les pingouins font encore l'objet des études de M. le professeur Morrison Watson, d'Owens College, Manchester. Le développement de la tortue verte de l'île de l'Ascension a fait l'objet d'un rapport du professeur W. Kitchen Parker. 1,400 échantillons de poissons de côte et un grand nombre de poissons d'eau profonde ont passé et passent encore par les mains du Dr Albert Günther. M. le professeur Herdmann étudie les Tuniciers; le professeur Huxley les Céphalopodes; M. Boog Watson, les Gastéropodes; M. E. A. Craven, les Ptéropodes et les Hétéropodes; M. Rudolph Bergh, les Nudibranches; M. E. A. Smith, les Lamellibranches; M. Busk, les Bryozoaires et M. le pro-

fesseur Thomas Davidson, de Brighton, a publié son rapport sur les Brachiopodes. Les Hémiptères pélagiques ont fait l'objet d'intéressantes études de la part du Dr F. Buchanan White; l'étude des Péripates, commencée par feu Balfour, est continuée par MM. Moseley et Sedgwick; les Pycnogonides et les Cirrhipèdes ont été étudiés par le Dr P. P. C. Hoek, de Leyde; les Ostracodes et les Copépodes, par le professeur G. Stewardson Brady, de Sunderland. Les Crustacés Brachyures font l'objet des recherches de M. E. J. Miers, les Anomoures occupent notre confrère M. le Dr Jules Barrois, Directeur de la station de zoologie maritime de Villefranche; M. C. Spence Bate étudie les Crustacés décapodes macroures; le Rev. T. R. R. Stebbing les Amphipodes. J'ignore à qui sont confiés les Cumacés, les Schizopodes, les Stomapodes et les Isopodes. Les Annélides sont confiées au Dr W. C. Mac Intosh; les Géphyriens au professeur Ray Lankester; les Myzostomes au Dr Ludwig Graff; les Chætognathes ou Sagitta au Dr Oscar Hertwig. Les Holothurioïdea ont été étudiées par le Dr Hjalmar Théel d'Upsal; les Oursins (Echinoïdea) par M. Alexandre Agassiz, les Ophiures (Ophiuroïdea) par le col. Théodore Lyman, les Comatulidæ par M. P. H. Carpenter, d'Eton College; le directeur de l'expédition, Wyville Thomson, s'était réservé les Crinoïdes pédonculés, mais depuis la mort de ce savant naturaliste, leur étude a été reprise par M. P. H. Carpenter. M. le professeur E. Percival Wright étudie les Alcyonaires; M. le professeur Albert von Kölliker les Pennatulida; M. le professeur Richard Hertwig, de Königsberg, les Actiniaires; M. le professeur Henry M. Moseley, d'Oxford, les Coraux, en particulier les Hydrocorallines, les Hélioporides et les Madréporaires. Les Méduses d'eau profondes ont été envoyées au professeur Ernst Hæckel; les Hydroïda au professeur Allmann; les Eponges calcaires à M. N. Poljaeff, de l'Université d'Odessa; les Eponges hexactinellides au professeur Franz-Eilhard Schulze;

les Eponges tétractinellides à M. le professeur Sollas; les Eponges monactinellides à Mr. S. O. Ridley. Le Dr William B. Carpenter a déjà publié les Orbitolites; le reste des Foraminifères est confié à M. H. B. Brady; et les Radiolaires ont échu au professeur E. Hæckel.

Enfin, ce partage est heureusement complété par le choix qu'a fait le gouvernement anglais du savant et habile pétrographe belge, dont nous allons maintenant entreprendre d'analyser la note, après cette introduction trop longue, mais peut-être intéressante, même pour des géologues.

La mauvaise disposition et l'état rudimentaire des appareils de sondage n'avaient rien pu apprendre de général sur les sédiments de mer profonde à Ross, Hooker, Maury; lors des sondages exécutés pour la pose des câbles transatlantiques, on s'occupa peu des sédiments et de la nature du fond; seule l'étude des organismes donna lieu aux beaux travaux de Wallich, Huxley, Agassiz, Pourtalès, Carpenter, Wyville Thomson, etc.

C'est alors qu'eut lieu l'expédition du *Challenger*, qui pour la première fois fit la géologie du plus profond des mers. Outre les nombreux échantillons qu'elle en a recueillies, M. Renard a pu avoir à sa disposition les séries rapportées par les expéditions anglaises du *Porcupine*, du *Buldog*, du *Valorous*, du *Nassau*, du *Swallow*, du *Dove*; par l'expédition norwégienne dans l'Atlantique du Nord, dirigée par M. le professeur Mohn; par les expéditions américaines du *Blake*, du *Tuscarora*, du *Gettysburg*. Ses études ont donc pu, malgré l'énorme difficulté qu'y apportaient la finesse du grain, le mélange des particules organiques et inorganiques, l'altération des minéraux par l'action chimique de la mer, prendre un caractère de généralité qui en fait toute la valeur et en range les résultats parmi les plus belles découvertes géologiques qui aient été faites jusqu'à ce jour.

Rappellerai-je les principes sur lesquels repose toute la

géologie dynamique et même toute la science géologique? Quiconque a vu et contemplé la mer, soit calme et belle, soit tourmentée et hideuse, se fait facilement une idée de l'action de ce terrible élément. Chaque vague arrache ici à la falaise un morceau de sa substance pour aller le déposer plus loin; nouvelle Pénélope, elle fait et défait sans cesse son ouvrage et, si elle édifie d'un côté, c'est qu'elle prend ailleurs les matériaux qu'elle emploie à la construction de ses digues, en jetant bas ses anciens monuments. La lecture du chapitre *Action de la mer* dans la géologie de M. de Lapparent (1) donne une idée grandiose et exacte de la lutte entre l'eau et la terre dans cette transformation incessante des rivages et ce transport continuel des matériaux qui composent notre globe, sans qu'il s'en perde ni s'en gagne jamais un atome. Que la mer arrache à la falaise d'énormes blocs, du petit gravier, du sable fin, ou qu'elle délaie des argiles pour en emporter une vase ténue, le résultat de sa fureur est toujours la même : les gros blocs détachés par la lame tombent au pied de la falaise et la mer continue sur eux son œuvre de destruction, en usant les angles et les arêtes vives par le frottement incessant qu'elle exerce sur eux; la limaille, résidu de l'opération, est encore du gravier, du sable ou de la vase qui se réunit aux matériaux que la mer arrache directement à la terre ferme. Quand les blocs sont moins gros, la force de la lame est suffisante pour les soulever et les frotter les uns contre les autres : elle en fait des galets. Considérons donc ce va et vient du flot qui vient mourir à nos pieds : il vient nous apporter ces galets qui s'accumulent non loin de la côte; puis, comme si cet effort l'avait épuisée, la lame s'arrête, et enfin recule en glissant sur la pente douce de la plage, pour revenir encore : c'est toujours l'éternel cercle

(1) *de Lapparent* : Traité de géologie, p. 150.

vicieux parcouru par tout ce qui existe sur terre, matière inerte ou animée, et que les anciens avaient justement symbolisé sous la forme du serpent qui se mord la queue. En reculant, le flot augmente de vitesse ; il entraîne dans son mouvement les petits galets qu'ils déposera les premiers lorsque sa vitesse diminuera vers le bas de l'eau, les graviers qu'il accumulera au bas de sa coûrse, les sables qu'il ira déposer plus loin à différentes distances du rivage d'autant plus grandes que le grain en sera plus fin, les vases qu'il ira porter encore plus au large. Et au delà, n'y a-t-il donc plus rien qui se dépose au fond des plus grandes profondeurs, et ces abîmes, creusés depuis des temps peut-être immenses, n'ont-ils donc jamais subi de dégâts et d'érosion, n'ont-ils donc jamais reçu aucun débris qui soit venu s'ajouter aux roches qui en forment le fond? Ceux qui s'en tenaient au raisonnement répondaient hardiment : Passé une certaine profondeur, il ne se fait plus aucun dépôt dans la mer. Les plus prudents attendirent le résultat de l'expérience. En somme, on ne pouvait pas même soupçonner l'existence de dépôts pélagiques, bien loin de pouvoir en déterminer la nature, avant les grandes croisières scientifiques.

Les matériaux les plus lourds que la mer rejette de son sein se déposent au voisinage des côtes, parce qu'ils ne peuvent rester longtemps portés par les flots ; la zone dans laquelle ils se localisent ainsi par triage mécanique s'appellera zone des galets, des graviers et des sables ou *zone littorale*.

Mais il est des particules très fines qui sont tenues constamment en suspension dans les eaux agitées, tels des fragments de roche de moins d'un dixième de millimètre de diamètre, telles les fines boues formées de particules encore plus ténues. Tout en flottant elles finissent par gagner les eaux plus tranquilles de la haute mer ; ce calme relatif leur permet de s'enfoncer et de rencontrer à peu de distance de la surface une zone où l'agitation des flots a cessé. Obéissant

alors à leur tour à l'action de la pesanteur que la force de l'eau ne peut plus contrebalancer, elles descendent lentement pour s'y accumuler et former les dépôts de la *zone littorale d'eau profonde* ou zone des vases. Les sédiments qui la composent ne diffèrent de ceux de la zone précédente que par la finesse du grain; ils ont du reste la même origine et le même mode de formation.

Enfin les dragages des différentes expéditions scientifiques ont montré qu'il existait en outre des dépôts pélagiques s'affectuant à des profondeurs où l'action mécanique ne peut plus s'exercer, où l'agent organique édificateur n'existe plus. La zone où ils se forment est la *zone abyssale*.

On comprend que ces différents dépôts peuvent être très variables; sous le rapport de la composition, ils varient évidemment avec la nature des roches que la mer désagrège. Mais au fur et à mesure qu'on s'éloigne des côtes, les débris provenant de leur destruction, ou *débris terrigènes*, diminuent de plus en plus. Nous les verrons remplacés peu à peu par des débris des roches volcaniques modernes profondément modifiés par l'action chimique de la mer, qui s'y mélangeront de plus en plus et finiront par exister seuls dans les grands fonds.

L'eau, la glace, le vent sont les grands destructeurs des continents; ces différents agents peuvent donner naissance à des sédiments différents et leurs modifications dans les divers points du globe seront des causes de la variabilité des dépôts. La température et le degré de salure de la mer aura une grande influence sur les organismes qui vivent au milieu d'elle ou à sa surface et qui, participant pour une plus ou moins grande part à l'édification du nouveau sol, seront encore un facteur important dont il faudra tenir compte pour s'expliquer la diversité des sédiments. Enfin, l'action chimique de la mer en sera encore une des plus importantes causes, par le quasi-métamorphisme qu'elle fera subir aux matériaux apportés.

Les débris des continents ne sont guère transportés vers la haute mer à plus de 100 à 300 milles; ou, pour donner des chiffres plus précis, la ceinture de débris qui entoure les continents dont ils proviennent a 200 kilomètres en moyenne. On n'observe plus d'action érosive ou de transport de la part de la mer quand on descend à des profondeurs inférieures à 200 ou 300 brasses.

La *zone littorale* de sable et de galets est connue depuis trop longtemps pour que nous insistions davantage sur elle. Il n'en est pas de même des deux autres.

La *zone littorale d'eau profonde* s'observe :

1° Autour des continents et des îles ordinaires. Elle est alors formée par un mélange de matières sableuses et amorphes, par des boues de couleur variable, ne contenant que de rares débris d'organismes de surface.

2° Autour des îles volcaniques; elle consiste alors en débris de roches volcaniques, en sables et cendres de même origine.

3° Autour des îles coralliennes et le long des côtes bordées de récifs frangeants; il s'y fait alors des dépôts calcareux de sable et de boue corallienne ou de sables et de boues de corallines (algues calcaires). On y remarque aussi un grand nombre de coquilles et de squelettes d'animaux pélagiques et de fond.

I. Les boues qui se déposent autour des continents et des îles ordinaires sont bleuâtres, verdâtres ou rougeâtres.

La *boue bleuâtre* forme surtout le fond des mers fermées ou partiellement fermées. Elle s'étend autour des grandes terres et près de l'embouchure des fleuves. La couleur ardoise qui la caractérise est due à la décomposition des matières organiques qu'elle contient : elle dégage souvent une odeur d'hydrogène sulfurée (1); la couche supérieure en est rougeâtre.

(1) Cette couleur bleue est due, selon moi, à un sulfure de fer. Voir à ce sujet ma note sur les minerais de fer liasiques. Ann. Soc. géol. du Nord, t. X, p. 121.

Les minéraux qui la constituent, ayant au maximum un demi-millimètre de diamètre, sont : le quarz, en particules arrondies: c'est le minéral le plus abondant; puis viennent: le mica, le feldspath, le pyroxène augite, l'amphibole hornblende. Ces éléments forment les 80 centièmes de la roche. On y trouve toujours quelques grains de glauconie, bien que cette substance y soit très rare. Tantôt on n'y rencontre pas de débris d'organismes calcaires, tantôt ils forment les 50 % de la masse totale du dépôt; mais, dans ce dernier cas, les échantillons ont été dragués plus loin des côtes que les autres. Les débris organiques ont appartenu à des foraminifères calcaires ou siliceux, à des mollusques, des bryozoaires, des serpules, des échinodermes, des coraux, des diatomées, des radiolaires. Cette boue forme le fond des mers du Nord et de Norwège, de la Méditerranée, de la mer Rouge, des mers de Chine, du Japon, des Antilles, etc.

Les *boues* et les *sables verdâtres* seraient en tout semblables à la précédente, si la grande quantité de grains de glauconie en granules isolés qu'on y trouve ne lui donnait une teinte propre. Cette boue dégage, comme la précédente, une odeur d'hydrogène sulfuré et s'entasse sur les points où les matières détritiques apportées par les fleuves ne s'accumulent pas rapidement. Les coquilles de foraminifères, les fragments d'Echinodermes qu'elle renferme sont souvent remplis de matière glauconitique. On la rencontre surtout dans le Pacifique à des profondeurs comprises entre 200 et 1,300 mètres. Elle s'étend sur le banc de Agulhas, sur les côtes d'Espagne, autour de l'Australie et sur quelques points des côtes d'Amérique.

La *boue rougeâtre* ne diffère presque pas de la boue bleuâtre; elle ne contient pas de glauconie et ne renferme que peu d'organismes siliceux. Comme on la rencontre exclusivement le long des côtes de l'Amérique du Sud, du Cap Saint-Roch à Bahia, MM. Murray et Renard attribuent sa

coloration aux matières ocreuses apportées par les grands fleuves.

II. Autour des îles volcaniques, les boues sont noires ou noir-grisâtre. Elles sont surtout caractérisées par l'*absence complète du quarz*, qui est si abondant dans les boues précédentes. Les minéraux qui les forment sont : plagioclase, sanidine, amphibole, pyroxène, biotite, péridot, fer magnétique : ce sont des lapilli des roches modernes. Le manganèse y est parfois abondant au point d'incruster les fragments de coquilles et de roches qu'elles englobent (Iles Sandwich, Canaries). Des diatomées, des radiolaires y sont empâtés; les ptéropodes, les hétéropodes et, à partir de 3000 mètres de profondeur, les foraminifères y abondent parfois. Ces boues forment autour des îles Sandwich en particulier une ceinture de plus de 300 kilomètres de large.

III. Les îles coralliennes sont entourées par des *sables coralliens*, des *boues coralliennes* ou des *boues à corallines*. Ces sédiments contiennent 95 % de carbonate de chaux ; ils sont essentiellement formés de débris de polypiers, d'algues calcaires (Corallines), de foraminifères, de serpules, de mollusques, etc. On n'y rencontre jamais plus de 2 à 3 % d'organismes siliceux. Ils contiennent encore une petite quantité d'argile, avec quelques éclats de feldspath et d'autres minéraux volcaniques, qui ira croissant avec la profondeur à partir de 1800 mètres de profondeur. Tels sont les dépôts qui s'observent autour des Bermudes. Ce passage insensible à la région abyssale s'observe aussi pour les autres sédiments de la zône littorale d'eau profonde. C'est dans cette aire que la vie se présente avec sa variété et son abondance ; jusqu'à 300 brasses de profondeur, l'action des vagues et des courants, des marées et de la température, celle même de l'eau douce apportée par les fleuves, s'y fait sentir.

L'ensemble des formations cotières et d'eau profonde littorale va de la ligne de haute marée jusqu'à la profondeur de

4 milles, s'étendant en surface sur une largeur qui varie entre 60 et 300 milles.

A une distance moyenne de 200 milles des côtes, les sédiments sont caractérisés par la présence d'une grande quantité de matières volcaniques incohérentes, plus ou moins décomposées, et par une grande abondance de coquilles et de squelettes d'animaux pélagiques microscopiques ayant vécu à la surface. Ce sont les vrais dépôts de mer profonde.

La région abyssale se rencontre à partir d'une profondeur de 2 à 5 milles, soit 3 milles en moyenne. Elle est formée par d'immenses plaines ondulées au milieu desquelles émergent çà et là, brusquement, des pics éruptifs aigus. Les rayons du soleil n'y pénètrent jamais, la température y est constante pour un même point et voisine de 0°; elle varie entre 0°5 et 3°. Les animaux seuls y sont représentés, les plantes n'y vivent pas Dans les régions chaudes, les organismes qui vivent à la surface tombent au fond de la mer, formant ainsi des accumulations de vases organiques, qui manquent quand on se rapproche des pôles.

La *zone abyssale* se compose donc :

1° de vases où l'élément organique prédomine sur la matière volcanique;

2° d'argile rouge où l'élément organique a disparu.

I. Les vases où l'élément organique domine sont :

a. La *vase à Globigérines*, qui est le dépôt marin le plus abondant après l'argile rouge des grands fonds. Elle est formée de carapaces calcaires appartenant à des foraminifères des genres *Globigerina*, *Orbulina*, *Pulvinulina*, auxquelles vient s'ajouter une quantité, plus ou moins grande suivant la profondeur du fond, d'argile rouge qui lui donne un aspect gris rosé. Au fur et à mesure que la profondeur augmente, les coquilles deviennent aussi de plus en plus fragiles par suite de la dissolution progressive de leur carbonate calcique.

Cette vase, qu'on ne rencontre pas sous les latitudes polaires

et qui ne dépasse pas le 50me parallèle dans l'hémisphère austral, se rencontre à des profondeurs comprises entre 500 et 2800 brasses.

b. La *vase à Ptéropodes et Hétéropodes* contient aussi des espèces de foraminifères plus jeunes et plus délicats que ceux de la vase à Globigérines. Elle ne dépasse pas la profondeur de 1500 brasses sous les tropiques et passe insensiblement à l'argile rouge, comme la vase précédente, par dissolution des coquilles.

c. La *vase à Radiolaires* formée par l'accumulation des carapaces siliceuses d'Acanthomètres et de Polycystines. Elle occupe le lit du centre du Pacifique, dépassant des profondeurs de 2500 brasses. Les Radiolaires se rencontrent du reste partout; la vase qu'ils forment contient une grande quantité de matières éruptives. Il faut ici noter que les terres à Radiolaires fossiles (tripoli, terre des Barbades, etc.) ne sont pas plus des formations d'eau profonde que la craie qui forme nos collines et qui ressemble pourtant beaucoup à la vase à Globigérines. Ce sont des dépôts qui se sont formés, comme l'ont montré beaucoup de géologues, entre autres M. Ch. Barrois pour la craie, sur le bord de continents et par conséquent dans des mers peu profondes.

d. La *vase à Diatomées* qui forme un dépôt composé de 25 % de carbonate de chaux et de 50 % de débris organiques siliceux. C'est elle qui constitue ces farines siliceuses qui s'étendent dans les mers du Sud, au Sud du 45me parallèle.

II. Enfin, au Nord et au Sud du Pacifique, de l'Océan Atlantique et de l'Océan Indien, ou à une profondeur de plus de 2200 brasses, entre 45° de latitude nord et 45° de latitude sud, s'étend une *argile rouge* ou grise, l'argile des grands fonds. La dissolution artificielle des vases organiques précédentes donne comme résidu une matière argileuse dont on ne peut l'en distinguer. Elle s'est donc déposée partout,

mais dans ces cas particuliers, sa présence est voilée par celle d'organismes siliceux ou calcaires : c'est le dépôt qui s'étend sur la plus vaste surface, et c'est en même temps le sédiment dont la composition est la plus uniforme. La coloration de cette argile est due à l'existence d'oxydes de fer et de manganèse ; les grains qui la forment sont très fins, de dimension uniforme, tous d'environ cinq centièmes de millimètre de diamètre. Elle renferme des particules minérales d'origine volcanique, et d'ailleurs elle est due essentiellement à la décomposition de produits volcaniques incohérents, débris triturés de ponces flottantes, telles que celles qui ont pu se détacher de l'énorme bloc qui a barré récemment le détroit de la Sonde, de cendres et de sables projetés par les volcans et entraînés au loin au-dessus de la haute mer par les vents. D'un autre côté, les laves et les tufs que les volcans sous-marins ont étalés sur le fond de ces abîmes ont aussi largement contribué, par leur lente et continuelle décomposition, à la formation de cette argile. Il n'est pas facile, mais il est toujours possible, de retrouver au microscope des fragments restés inaltérés de ponces et de lapilli, et du reste on peut suivre pas à pas cette œuvre de décomposition de la matière volcanique par l'action chimique de la mer. Les réactions qui se passent dans ce cas entre la soude et les différents sels contenus dans les eaux marines et les silicates de ces poussières donnent naissance à des zéolithes, telles que l'harmotome ou la christianite, dont M. Renard nous a montré, il y a cinq ans, un magnifique exemple. L'oxyde de manganèse et l'oxyde de fer qui colorent l'argile peuvent se retrouver en nodules ou en concrétions sous forme d'hydrate double d'oxydes. Souvent ces concrétions se forment autour de parties centrales de nature organique : les parties les plus massives du squelette des Vertébrés, qui seules subsistent, telles que les dents ou les caisses tympaniques, sont généralement recouvertes d'un enduit manganeux. Les tests calcaires

y sont extrêmement rares, mais les restes siliceux y sont beaucoup plus fréquents. Cette argile renferme encore des sphérules métalliques attirables au barreau aimanté, formées de fer et de nickel et recouvertes d'une mince croûte noire de fer oxydulé ; on y a encore trouvé du cuivre et des chondres de bronzite, silicate que l'on rencontre dans les météorites. On ne peut pas douter de leur origine cosmique : ces poussières, répandues partout dans l'atmosphère, se sont paisiblement accumulées dans ces grands fonds comme elles l'ont fait dans les neiges et les glaces du Groënland (1), et on comprend facilement qu'en raison de leur rareté, ce n'est que dans ces cas d'abîmes ou de neiges pour ainsi dire éternelles qu'on peut les trouver accumulées par le temps.

Tels sont les dépôts dont la grande expédition du *Challenger* a dévoilé, sinon l'existence, du moins l'étendue et la composition. De leur étude MM. Murray et Renard ont tiré des conclusions remarquables ayant une portée considérable et une importance capitale au point de vue de la physiographie du globe, et de l'histoire générale de la terre.

Avec ces savants, on peut conclure à la haute antiquité des grandes dépressions océaniques, conclusion qui implique immédiatement l'idée de la permanence des continents. Remarquons, en effet, la ressemblance frappante qui existe entre les dépôts terrigènes côtiers et de la zône littorale d'eau profonde et les sédiments qui ont comblé les anciennes mers géologiques. Dans toute la série des terrains, les roches clastiques que nous avons coutume de voir se réduisent toutes aux types galets, gravier, sable, boue, boue corallienne, boue volcanique, tantôt non modifiés, tantôt agglomérés et durcis en poudingues, conglomérats, brèches, grès à plus ou moins gros grains, quarzites, argile, schiste, marne, craie, calcaire, calcaire corallien, tuffs, etc. Nous n'y rencontrons pas de

(1) Voir ma note sur les poussières des glaces. Ann. Soc. géol. du Nord, t. XI, p. 98.

sédiment qui nous rappelle les dépôts abyssaux que nous venons d'étudier. En conséquence 1° nous ne retrouvons pas trace sur les continents actuels d'anciens grands fonds de mer. 2° Toutes les traces qui nous sont conservées indiquent que les dépôts qui ont formé les continents sont littoraux. Et pourtant la couche d'argile rouge qui recouvre d'une façon si uniforme les abîmes de la mer est bien mince !

Un coup de drague donné au milieu du Pacifique méridional, par 2,335 brasses de profondeur, retira environ 90 caisses tympaniques ainsi que de nombreux os de l'oreille du *Mesoplodon Layardii*, et pourtant on a peu observé de ces animaux dans ces régions; par contre on n'a trouvé aucun os du Cachalot si commun dans toutes les eaux traversées par le *Challenger*. Il a donc fallu longtemps pour que ces restes de vertébrés s'accumulent ainsi. Ils étaient accompagnés par plusieurs centaines de dents de requins dont quelques-unes, qui avaient jusqu'à 10 centimètres de largeur à la base offrent une très grande ressemblance avec celles d'un *Carcharodon* tertiaire de l'île de Malte. D'autres appartiennent aux genres *Oxyrhina* et *Lamna* aussi éteints. Si, d'autre part, on considère que les vases organiques n'ont fourni, pendant toute la campagne du *Challenger*, que deux dents de requins et un seul os tympanique, on pourra en conclure que la boue organique s'est déposée plus rapidement que l'argile rouge des grands fonds; d'autre part, il est facile de prouver que les boues d'eau littorale profonde et surtout les boues coralliennes et volcaniques se sont déposées beaucoup plus vite que les vases organiques.

Les poussières cosmiques prouvent aussi par leur accumulation l'ancienneté des grandes profondeurs où on les trouve; ici comme pour la neige du Groenland, quel temps n'a-t-il pas fallu pour opérer cette filtration naturelle, cette ségrégation de la poussière en suspension dans l'air ?

Enfin les concrétions d'hydrate d'oxyde de manganèse et

de fer que l'on rencontre dans l'argile rouge et qui couvrent parfois les ossements de cétacés d'une croûte épaisse de deux centimètres prouvent non seulement l'ancienneté du fond et du dépôt qui les englobe, mais aussi la haute antiquité des vertébrés dont elles enveloppent les débris. Faut-il après cela croire avec le professeur Turner que les cétacés et les requins tertiaires, dont nous retrouvons les restes, ont probablement existé à ces profondeurs dans des temps comparativement récents et que les os de cétacés qu'on ne peut rapporter à aucune espèce actuellement connue appartiennent à des espèces vivantes de baleines encore à découvrir? (1)

Par conséquent, si les sédiments que nous observons actuellement sur les continents et que les géologues ont divisés en une foule d'étages et d'assises ne contiennent pas de sédiments de grande profondeur, il a fallu pour qu'il s'accumule dans les bassins des anciennes mers des dépôts toujours littoraux, que le fond de ces bassins fût soumis à un mouvement d'abaissement au fur et à mesure que leur creux se remplissait. Cette idée, déjà développée admirablement par Elie de Beaumont dans l'*Explication de la carte géologique de la France* à propos du terrain jurassique, n'étonnera personne de ceux qui ont fait un peu de stratigraphie dans le lias ou la craie par exemple et qui ont vu de leurs yeux ce que j'appellerai ces oscillations fossiles des anciennes mers prouvées par des transgressivités et des discordances de stratification, comme aussi par un changement dans la distribution géographique des sédiments. M. Hébert, dans son bel ouvrage *Les mers anciennes et leurs rivages*, nous a donné un splendide exemple de ces mouvements lents du sol dont Elie de Beaumont et après lui MM. Murray et Renard ont démontré la nécessité.

(1) *William Turner :* Rapport final sur les os de cétacés recueillis par le *Challenger*. Rapports officiels, vol. I, 43 p. et pl.

Poussant le raisonnement plus loin et supposant qu'un fond de mer se soit enfoncé suffisamment pour devenir abyssal, mais qu'il soit resté trop peu de temps en cet état pour qu'une couche appréciable de sédiment le recouvre, nous pouvons assurer que l'absence des couches, autrement dit une lacune dans la sédimentation, n'indique pas nécessairement une émersion ou une érosion. Mais je ferai remarquer que les grands fonds ayant été tout au moins rares dans les bassins géologiques qui sont maintenant devenus continents, il ne faudrait pas abuser de cette explication et je rappellerai qu'il existe d'autres lois de stratigraphie qui permettent de reconnaître plus aisément l'existence des émersions ou des érosions.

L'étude des dépôts de mer profonde nous apprend encore qu'un sédiment est plus caractérisé par sa distance des côtes que par sa profondeur. Et, en effet, comme la nature de ce dépôt dépend surtout du degré de calme des flots, l'éloignement de la côte doit être un facteur plus puissant que la profondeur; c'est surtout l'état général de la surface qui décide du caractère physique du fond.

Enfin, pour terminer, remarquons les caractères archaïques des organismes qui habitent les mers profondes. Si nous reconnaissons ce fait, absolument indéniable et prouvé par d'innombrables trouvailles, nous n'admettons pas pour cela qu'une *espèce* qui a vécu à l'époque tertiaire, par exemple dans le bassin de Paris, soit encore vivante actuellement au fond du Pacifique, raisonnement appuyé par le professeur W. Turner. Le caractère général d'une faune peut très bien être archaïque, c'est-à-dire avoir conservé le faciès des ancêtres et n'avoir pas modifié ses organes, sans pour cela que la forme se soit conservée identique. Le besoin d'adaptation au milieu s'est moins fait sentir, la concurrence vitale a joué un moins grand rôle, les mille modifications que fait éprouver à l'organisme le voisinage d'une côte n'ont pu agir,

mais l'espèce n'est plus la même ; elle s'est modifiée moins que les autres, il est vrai, mais elle a changé et en cherchant bien je suis convaincu qu'on trouverait des différences sensibles. On pourrait citer nombre de faits rapportés par les naturalistes qui ont étudié les collections draguées par le *Challenger* à l'appui de cette proposition que les organismes des grandes profondeurs ont conservé un cachet archaïque et rappellent les caractères des souches des branches de l'arbre généalogique du règne animal. Mais ce sujet, quoique du plus haut intérêt, nous entraînerait trop loin et surtout sur un terrain trop peu géologique. Il est vrai que la paléontogie y gagnerait peut-être, mais le titre de ma communication trop longue me rappelle que je dois m'en tenir à l'analyse de la note de MM. J. Murray et A. F. Renard.

M. **Achille Six** parle ensuite à la Société des hydrocarbures naturels de la série du pétrole. Il a été amené à entretenir ses collègues de ce sujet, par la récente communication sur l'ozocérite faite par M. le docteur Hassenpflug. Après avoir brièvement rappelé les résultats des travaux entrepris pour rechercher la constitution chimique du pétrole, en France par Pelouze et Cahours, aux Etats-Unis par C. M. Warren, il passe en revue les dépôts d'âges très différents, dans lesquels on a rencontré le précieux liquide ; il rappelle les conditions de gisement ordinaires de cette huile, et énumère les principaux endroits du globe où on l'exploite. Esquissant ensuite à grands traits l'histoire de la découverte du pétrole, il rappelle que cette substance était connue des anciens, retrace les différentes péripéties qu'ont traversées sa découverte et son extraction avant que l'Oil Creek ne fût devenue célèbre par sa richesse en huile et le nombre des puits qui l'ont trouée. M. A. Six expose alors les différentes opinions exprimées jusqu'à ce jour sur l'origine du pétrole, et développe la théorie de Bischof, Sterry

Hunt, Dana, etc., d'après laquelle l'huile serait le résultat de la décomposition de matières organiques réduites d'abord dans une argile ou boue fine dans un grand état de division et de diffusion, et se décomposant à l'abri du contact de l'atmosphère, à la température ordinaire du milieu ambiant que peuvent avoir légèrement élevée les phénomènes de fermentation.

Il montre, par des formules chimiques, que le bois en particulier fournit les divers composés organiques qu'on retrouve par la distillation des pétroles, et prouve que les matières animales peuvent donner naissance à des produits analogues, bien que dans l'espèce l'azote vienne apporter une grande complexité dans les réactions. Quand le pétrole est soumis à la distillation ou à l'évaporation, il s'épaissit peu à peu, devient visqueux, puis solide, formant la paraffine quand la distillation est artificielle, l'ozocérite et des corps analogues quand c'est la nature qui l'a produite. Il est évident que le pétrole exposé à l'air pourra subir non seulement une évaporation, mais encore une oxydation : les mélanges d'hydrocarbures non oxygénés ou oxygénés, résidus d'évaporation et produits d'oxygénation des pétroles, sont les asphaltes. En somme, tous ces hydrocarbures naturels sont les restes fossiles de la matière organique qui constituait le corps des animaux et des plantes qui ont vécu dans les temps géologiques, restes qui ne nous ont été conservés que dans des conditions exceptionnelles; la décomposition des matières organiques dans les conditions ordinaires ne donnant naissance qu'à des gaz (acide carbonique, vapeur d'eau, hydrogène sulfuré, ammoniac, etc.) ou à des combinaisons volatiles, la matière vivante des anciens âges ne se retrouve généralement pas dans les roches qu'étudient les géologues. Il y a, comme on le voit, d'heureuses exceptions dont a su tirer grand parti l'industrie humaine.

M. Gosselet lit la note suivante :

Remarques
sur la faune de l'assise de Vireux *à* Grupont
par M. Gosselet.

Le gîte fossilifère de Grupont est intéressant parce que, situé à la partie supérieure de l'assise de Vireux, il est intermédiaire entre la grauwacke de Montigny et celle de Hierges. Les fossiles que j'y ai trouvés dans une excursion précédente sont :

Homalonotus.
Capulus, nov. sp.
Pterinea costata.
— *ventricosa* Goldf. sp.
Grammysia.
Spirifer macropterus — *paradoxus.* ab.
Spirifer arduennensis. r.
Spirifer hystericus = *carinatus* — ? *subcuspidatus.* ab.
Spirigera undata.
Rhynchonella daleidensis.
Streptorhynchus umbraculum. ab.
Leptœna Murchisoni. ab.
Chonetes sarcinulata — ? *plebeia.* ab.
Chonetes dilatata.
Ctenocrinus decadactylus.
Pleurodyctium problematicum.

Cette faune, en montrant quelques exemplaires, rares il est vrai, de *Spirifer arduennensis* et de *Pterinea ventricosa*, relie plus intimement encore la faune de Hierges aux couches inférieures. Elle montre que la grauwacke constitue un tout inséparable où les distinctions lithologiques sont plus nettes et plus nombreuses que les divisions paléontologiques. La séparation établie par d'Omalius d'Halloy et ensuite par Dumont entre le terrain rhénan et le terrain anthraxifère était basée uniquement sur des considérations lithologiques ; elle ne peut plus être soutenue, dès qu'on prend la paléon-

Fig. 1

tologie comme base de la classification géologique. On en jugera par le tableau suivant où se trouve indiquée la distribution des principaux fossiles que j'ai rencontrés dans le Coblentzien de l'Ardenne.

	Schistes à Calcéoles	COBLENTZIEN — Grauwacke de Hierges: à Spirifer cultrijugatus	COBLENTZIEN — Grauwacke de Hierges: à Spirifer arduennensis	COBLENTZIEN — Schistes de Burnot	COBLENTZIEN — Grès de Vireux	COBLENTZIEN — Grauwacke de Montigny	COBLENTZIEN — Grès d'Anor
Spirifer curvatus	+	+	+	—	—	—	—
— *hystericus*	—	+	+	—	+	+	—
— *subcuspidatus*	—	+	+	—	+	—	—
— *cultrijugatus*	—	+	—	—	—	—	—
— *macropterus*	—	—	+	—	+	+	+
— *arduennensis*	—	—	+	—	+	—	—
— *speciosus*	+	+	—	—	—	—	—
Spirigera undata	—	—	—	—	—	+	+
— *concentrica*	+	+	—	—	—	—	—
Atrypa reticularis	+	+	—	—	—	—	—
Rhynchonella Orbignyana	—	+	—	—	—	—	—
— *pila*	—	—	+	—	—	—	—
— *daleidensis*	—	—	+	—	+	+	—
Orthis vulvaria	—	—	+	—	—	+	—
— *striatula*	+	+	—	—	—	—	—
Streptorhynchus umbraculum	+	+	+	—	+	+	—
Leptæna Phillipsi	—	+	+	—	—	—	—
— *Murchisoni*	—	—	+	—	+	+	+
— *explanata*	—	—	—	—	—	+	—
— *irregularis*	—	—	+	—	—	—	—
Strophomena depressa	+	+	+	—	+	+	—
Chonetes plebeia	—	+	+	—	+	+	—
— *sarcinulata*	—	+	+	+	+	+	—
— *dilatata*	—	+	+	—	+	—	—
Pterinea lineata	—	—	+	—	—	—	—
— *costata*	—	—	+	—	+	+	+
— *trigona*	—	—	+	—	—	—	—
— *ventricosa*	—	—	+	—	+	—	—
Avicula lamellosa	—	—	—	—	—	+	+
Pleurodyctium problematicum	—	—	+	—	+	+	—

On voit ainsi que l'assise de Vireux correspond paléontologiquement à la grauwacke de Stadtfeld dans l'Eifel. J'étais déjà arrivé à la même conclusion par l'étude stratigraphique (1), confirmant pleinement sous ce rapport les appréciations de Dumont.

Note sur **deux roches cristallines** *du terrain devonien du* **Luxembourg,**

par M. **J. Gosselet.**

Je présente à la Société deux roches du terrain devonien de l'Ardenne qui, trouvées dans le cambrien, seraient considérées comme éruptives et rapportées l'une aux porphyroïdes, l'autre aux diorites.

La première est une arkose que l'on trouve au nord de Bièvre, sur la route de Beauraing, ainsi que dans une carrière entre Graide et Bièvre. On sait que l'assise des schistes bigarrés d'Oignies contient quelques bancs d'arkose dont la position n'est pas encore nettement déterminée. Outre celui de Fétrogne, qui est vers le sommet de l'assise, on en peut citer à Gedinne et à Louette-St-Denis vers la base; quant à celui de Graide, il paraît être au milieu.

L'arkose de Graide est remarquable par sa structure porphyroïde; on y voit de gros cristaux de quarz et des cristaux d'orthose qui atteignent jusqu'à 0m01. La pâte, étudiée au microscope par M. Barrois, se montre comme formée de mica blanc et de petits grains de quarz, elle contient en outre du zircon, du rutile et de la chlorite comme beaucoup de schistes du même âge.

Cette arkose est disposée en couche d'un mètre environ d'épaisseur régulièrement stratifiée dans des schistes et des grès qui n'ont rien de métamorphique. Cependant les cristaux d'orthose, quoique très altérés, montrent des formes

(1) Ann. soc. géol. du Nord, t. VII, p. 329.

anguleuses qui écartent toute idée d'origine purement clastique. Il semble donc que l'arkose a subi après son dépôt une sorte de recristallisation sous l'influence d'une action métamorphique. Or, il est remarquable que cette couche présente une inclinaison marquée vers le nord, tandis que l'inclinaison vers le sud est générale dans la région. Il est possible que le pli ait été déterminé par un arrêt dans le mouvement général qui portait toutes les couches vers le nord et que la chaleur produite par la destruction du mouvement ait été la cause du métamorphisme. L'action a pu être plus considérable sur l'arkose que sur les schistes parce qu'en raison même de la nature de la roche, elle contient une plus grande quantité d'eau et plus de minéraux différents.

Dans le voisinage on trouve quelques couches de schistes aimantifères qui pourraient aussi devoir leurs cristaux de magnétite à la même action métamorphique.

La seconde roche cristalline du devonien est un schiste porphyrique que j'ai recueilli il y a trente ans au moulin de Remagne, alors qu'on l'exploitait. Les schistes porphyriques de Remagne ont été signalés par Dumont et sont bien connus. Ce sont des schistes verdâtres, tendres, contenant des cristaux feldspathiques blanchâtres, assez altérés pour que leurs formes soient peu nettes La roche que je présente est au contraire dure, compacte, bien conservée. M. Barrois y a reconnu au microscope des cristaux de plagioclase plus grands que dans les autres diorites des Ardennes, de l'épidote abondante, du sphène, de la pyrite, du quarz et de la chlorite qu'il attribue à l'altération de l'amphibole. Les gros cristaux feldspathiques, qui donnent à la roche son aspect porphyroïde sont probablement aussi du plagioclase.

Il n'y aurait rien d'étonnant à trouver un filon de diorite dans le terrain dévonien, et sa présence à Remagne serait d'autant moins extraordinaire que cette localité est sur le bord de la faille que je signalais dans une communication

précédente; mais la présence d'une diorite éruptive ne rendrait pas compte du métamorphisme qu'on constate aux environs de Remagne, car les diorites de la Meuse n'ont produit nulle part de modifications semblables à celles qu'on voit au Moulin de Remagne. N'est-il pas plus simple d'admettre que ce schiste porphyrique, malgré son analogie de composition avec la diorite, est lui-même un produit de métamorphisme ?

Séance du 23 Juillet 1884.

M. **Gosselet** présente les comptes-rendus des excursions faites pendant l'année scolaire 1883-1884, sous sa direction, par les élèves de la Faculté des Sciences.

Excursion *géologique dirigée par M.* **Gosselet,** *dans les terrains primaires du* **massif de Stavelot.**

Compte-rendu des trois premières journées 21, 22 et 23 Avril 1884.

Par M. **Ch. Queva.**
Elève de la Faculté.

Première journée. — *Comblain-au-Pont, vallée de l'Amblève, Quarreux, Spa.* — Partis de Liége par le chemin de fer, nous descendons à Comblain-au-Pont, où se trouve le confluent de l'Amblève et de l'Ourthe.

Nous nous dirigeons d'abord vers le Nord en suivant la route qui passe à droite de la ligne du chemin de fer. Presque au sortir de la station, nous voyons des rochers à pic formés par un calcaire gris compact très dur qui est du calcaire carbonifère.

D'ailleurs nous avons étudié soigneusement ce calcaire dans des tranchées faites sur le bord de l'Amblève pour

l'établissement d'un chemin de fer; là, nous voyons un calcaire bleuâtre, compact, où nous ne trouvons que des traces mal conservées de fossiles. Le calcaire carbonifère forme à Comblain-au-Pont un petit bassin reposant sur les schistes dévoniens et dont les couches plongent vers le nord d'un côté et vers le sud de l'autre. Le cours de l'Amblève occupe à peu près l'axe du bassin. Le calcaire renferme de distance en distance des parties plus schisteuses, il appartient à ce que M. Dupont a appelé le calcaire de Chanxhe. L'inclinaison des couches du côté Nord du bassin est au sud 40° ouest = 68°.

Sur les bancs de calcaire inclinés de la sorte, nous voyons reposer une couche d'épaisseur variable de diluvium; ce diluvium se compose d'argile brunâtre à la base et d'une argile renfermant de très gros galets à la partie supérieure, c'est là le faciès ordinaire du diluvium de l'Ourthe.

Nous prenons ensuite la route qui longe l'Amblève sur la rive gauche. Le long de cette route se trouvent des collines formées par le calcaire carbonifère que nous avons étudié à Comblain-au-Pont.

Plus loin, nous trouvons de la dolomie sans pouvoir constater ses rapports avec le calcaire; puis des phtanites dans un calcaire noir. Le calcaire devient ensuite fossilifère, nous y trouvons des *Productus*. Vient alors un calcaire plus tendre très fossilifère et renfermant en grande quantité des encrines.

Nous arrivons dans une carrière, à droite de notre route, où est exploitée une roche siliceuse se divisant en plaques parallèles, ce sont des psammites que nous rangeons dans le Famennien, bande des psammites du Condroz, zone des psammites d'Evieux. Ces psammites sont tendres et se divisent en plaques assez minces. Les couches de psammites plongent sous les couches du calcaire carbonifère que nous avons vues antérieurement.

Nous arrivons alors à des carrières où l'on exploite pour en faire de petits pavés des psammites très arénacés, peu micacés et se divisant en bancs épais, ce sont les psammites de Montfort (4° des psammites du Condroz).

En continuant à suivre la route, nous revoyons les psammites d'Evieux et au-delà le calcaire carbonifère. En ce point, nous pouvons mieux étudier le calcaire carbonifère que M. Gosselet croit devoir rapporter en partie, au moins pour la base, au calcaire d'Etrœungt (Famennien supérieur). Les psammites d'Evieux sont intercalés dans des bancs de schistes et dans leur partie supérieure, près des couches nettement calcaires, on voit des bancs de grès calcarifères qui font ainsi le passage de la zone des psammites à la zone du calcaire.

Nous prenons ensuite un chemin montant qui nous conduit à des carrières immenses où l'on exploite les psammites de Montfort pour en faire des pavés. Dans ces psammites, on voit très bien en ce point des bancs intercalés de schistes rouges tendres au milieu des psammites très arénacés.

Nous suivons un petit chemin qui va à peu près directement vers Awans. A peu de distance du point où se trouve le puits Eyard, nous voyons des psammites schisteux se divisant en feuillets minces, entremêlés de schistes verts et que M. Gosselet croit devoir rapporter aux psammites d'Esneux. Ce niveau correspond probablement à la zone à *Rh Dumonti*, des environs de Mariembourg; ce fossile a été trouvé en cet endroit par M. Gosselet.

Vers Awans, nous voyons des schistes plus fins feuilletés que l'on doit probablement rapporter à la zone des schistes à *Rh. Omaliusi*. Plus loin au tournant du chemin, nous voyons un nouveau banc de schistes, ce sont des schistes rouges que l'on peut rapporter à la zone des schistes à *C. palmatum*, faciès de Barvaux.

A quelque distance de ces schistes rouges, avant de

tourner à gauche pour nous diriger sur Aywaille, nous trouvons un affleurement de schistes gris avec rognons calcaires dans lesquels nous trouvons des fossiles et en particulier

Camarophoria megistana. *Spirigera concentrica.*
Spirifer Verneuili. *Rhynchonella.*

Juste au coude du chemin affleure un calcaire gris compact à Polypiers, c'est le calcaire frasnien inférieur caractérisé par ses *Stromatopora.*

En nous dirigeant vers Aywaille, nous voyons successivement en descendant les schistes à *Camarophoria*, puis les schistes rouges de la zone à *C. palmatum*, faciès de Barvaux, dans lesquels nous recueillons les *Sp. Verneuili* à grandes ailes caractéristiques de ce niveau.

Nous arrivons ensuite sur des schistes fins, feuilletés, dans lesquels nous trouvons un exemplaire de la *Rh. Omaliusi.*

Nous traversons une partie du village d'Aywaille et nous prenons la route de Remouchamps. Là, M. Gosselet nous fait remarquer que sur chaque rive de l'Amblève on voit des hauteurs qui sont formées de calcaire frasnien, le bassin a donc ici bien peu de largeur, plus loin nous le verrons s'élargir et les schistes de Barvaux apparaîtront.

A droite de la route qui nous mène à Remouchamps, au bourg nommé Dieupart, se trouvent des exploitations de marbre. Ce marbre est formé par un calcaire gris à *Stromatopora* ayant fréquemment une légère teinte verdâtre. Ce calcaire compact doit être rapporté à la base du calcaire frasnien.

Plus près de Remouchamps, à peu près à la borne 7, nous voyons des travaux, faits pour le chemin de fer, qui nous permettent de recueillir des *Sp. Verneuili* à grandes ailes dans des schistes grossiers argileux ; nous reconnaissons là les schistes de Barvaux du frasnien supérieur (zone de Matagne à *C. palmatum*).

Nous traversons alors le village de Remouchamps et au

delà nous voyons sur le bord de la route qui se trouve sur la rive droite de l'Amblève, des exploitations ouvertes dans le calcaire frasnien ; le calcaire y a les mêmes caractères que près d'Aywaille. Il s'enfonce sous les schistes de Barvaux du frasnien supérieur que nous avions vus avant Remouchamps. L'inclinaison est au N. 75° O. magnétique = 30°.

Sans pouvoir marquer de limite nette, nous voyons le calcaire compact frasnien passer à un calcaire schisteux impur qui est d'un âge plus ancien, c'est le calcaire givétien dont les bancs ont la même inclinaison et reposent directement sur le calcaire frasnien. Nous levons alors la coupe suivante :

	Calcaire frasnien.	
Givétien très arénacé	Calcaire givétien.	
	Sables calcareux jaunâtres	0m40
	Grès tendre vert	0 30
	Grès gris plus dur	0 40
	Grès tendre vert	0 40
	Grès gris à Strigocéphales	1 00
	Grès tendre vert argileux	0 50
	Grès gris	1 00
	Grès calcarifère chamois assez dur	0 60
	Grès gris très tendre presque sableux	1 50
	Grès noir argileux	5 00
Eifélien	Sables et argile sans stratification apparente	6 00
Grauwacke de Hierges.	Grès schisteux, argileux à la base	1 50
	Grauwacke rouge amaranthe à stratification peu nette.	
	Schistes vert sombre avec lits charbonneux et bancs de grès gris sombre.	
	Grauwacke rouge.	
	Schistes verts avec lits charbonneux (entrée du tunnel).	

L'eifélien est probablement représenté par les sables sans stratification, qui ont tout l'aspect d'un dépôt continental.

Après le tunnel, nous voyons une couche épaisse de

grauwacke fossilifère à *Ctenocrinus*; c'est en s'appuyant sur la faune de Remouchamps que M. Gosselet est arrivé à démontrer que la grauwacke de Rouillon est équivalente à la grauwacke de Hierges et de même âge qu'elle.

Plongeant sous la grauwacke, nous voyons des bancs épais de poudingue, que nous rapportons au *Poudingue de Burnot*. A quelques mètres plus loin, nous voyons d'autres bancs de poudingue inclinés en sens inverse; il ne nous a pas été possible de constater les rapports de ces deux bancs. Tandis que le premier banc avait à peu près l'inclinaison donnée plus haut pour le calcaire frasnien, le second plongeait au Sud 20° Ouest magnétique = 75°.

Les schistes et grès de Burnot paraissent reposer sur le second banc de poudingue; ce sont des schistes rouges alternant avec des bancs de grès. Plus loin, ces schistes rouges sont remplacés par des schistes vert sombre alternant avec des grès de même couleur; il faut rapporter ces schistes et grès vert sombre à la zone des *schistes et grès de Vireux*.

La route que nous suivons ne quitte pas la rive droite de l'Amblève, et cette rivière fait un coude considérable qui nous fait revoir les schistes et grès rouges de Burnot lorsque nous avons passé le coude. Le tunnel a son ouverture près de Nonceveux, dans la grauwacke appartenant à la zone des schistes de Burnot; comme il était entré dans l'autre côté dans la grauwacke de Hierges, il a dû traverser le poudingue.

Après le tunnel, les schistes et grès de Burnot se continuent pendant un certain temps, leur inclinaison étant au Nord 70° Ouest magnétique = 30°, un peu plus loin, par suite d'un contournement, ils plongent au Sud.

Puis nous voyons la couleur rouge disparaître en face des premières maisons de Nonceveux, nous retombons dans une zone de schistes et grès sombres que nous rapportons à l'assise de Vireux.

Nous suivons pendant un moment, jusqu'au pont de Nonceveux, l'assise de Vireux. Aussitôt après le pont, nous voyons un banc de grauwacke vert sombre que nous rapportons à la zone de la grauwacke de Montigny; nous avons ensuite un grès vert et des bancs de schistes rouges ou verts intercalés. Plus loin, près de la cascade, la couleur rouge paraît prédominer, et enfin, à la cascade même, on a un grès blanc qui correspond au grès Taunusien.

Sous le grès Taunusien plongent des schistes rouges, puis des grès vert pâle.

Nous arrivons alors en face du ravin dans le fond duquel coule un ruisseau qui descend des Hautes-Fanges pour se jeter dans l'Amblève Au delà de ce ravin, nous trouvons, toujours avec la même inclinaison des schistes grossiers que nous rapportons aux schistes gédinniens, nous arrivons sur les quarzites siluriens des Hautes-Fanges.

Ces quarzites sont noirs et accompagnés de schistes de même couleur. Leur inclinaison est au S. 25° O. magnétique = 48°.

En montant vers les Hautes-Fanges, nous voyons le poudingue de Fépin au-dessus du hameau de Quarreux; le poudingue y est formé de galets de grosseur variée, de quarzites et de quarz blanc, le ciment en est quarzeux. Il repose en stratification discordante sur les quarzites des Hautes-Fanges.

Il faut remarquer que le poudingue s'est, ici comme en bien d'autres endroits, déposé à mi-côte, il n'existe pas en haut du plateau des Hautes-Fanges, c'était évidemment une formation littorale et locale.

Après cette observation, nous traversons le plateau des Hautes-Fanges, entièrement formé de schistes et quarzites noirs du Devillo-revinien. Nous nous rendons à Spa par Vert-Buisson, Winand-Planche et Le Marteau.

Là se termine la première journée. L'obscurité nous empêche de faire des observations depuis les Hautes-Fanges jusqu'à Spa.

2e Journée : Spa, Stavelot, Grand-Halleux à Salm-le-Château.

A Spa, nous allons visiter la carrière où l'on exploite les quarzophyllades. Comme on le sait, on donne ce nom à des roches formées de strates alternativement quarzeuses et schisteuses; la masse exploitée se divise facilement en dalles de 3 à 4 centimètres d'épaisseur. Outre les surfaces de clivage, on voit des cassures qui leur sont perpendiculaires. L'inclinaison est au Sud 15° Est magnétique = 35°. Ces quarzophyl ades appartiennent à la zone des *Quarzophyllades de la Lienne* du Salmien.

Le long de la promenade dite de Sept Heures, à Spa, affleurent les quarzophyllades, et au milieu de ces roches on voit un filon d'eurite.

Nous prenons alors un chemin montant qui conduit au Marteau par les hauteurs, et à droite de ce chemin nous voyons des schistes noirs dans lesquels M Malaise a trouvé le *Dictyonema sociale*, ces schistes noirs sont intercalés au milieu des quarzophyllades.

En continuant à monter ce chemin, nous voyons des bancs de poudingue à mi-côte environ des hauteurs; les galets sont beaucoup plus petits que ceux de Quarreux et ne dépassent guère la grosseur d'une noix. Ce poudingue repose en stratification discordante, les bancs étant presque horizontaux, sur les quarzophyllades de la Lienne ou sur les schistes noirs intercalés. L'arkose se voit également dans les mêmes conditions, mais nous n'avons pu la voir en place.

Le temps nous a manqué pour aller jusqu'au Marteau, où nous eussions vu les schistes gédinniens superposés à l'arkose

Nous nous rendons à la gare de Spa, où nous prenons le train pour Stavelot.

A la station du Hockai, M. Gosselet descend avec l'un de nous et va sur le bord de la tranchée recueillir des silex

crétacés, non roulés, en place. Ces silex se trouvaient évidemment autrefois dans de la craie, de l'époque du Danien. L'altitude à laquelle ils se trouvent est 540 mètres.

Descendus à la gare de Stavelot, nous nous dirigeons vers Challes. Sur la gauche du chemin qui nous y conduit, en suivant les bords de l'Amblève, nous constatons la présence de quarzites grisâtres et de schistes noirs violacés par altération. Nous avons là la zone des quarzites des Hautes-Fanges. Inclinaison Sud 10° Est magnétique = 70°.

A Challes, derrière le village, nous voyons un filon de diabase, roche cristalline de couleur vert sombre, ayant une épaisseur de 4 mètres; il paraît un peu plus épais dans le bas, mais en somme, il est parallèle aux couches. L'inclinaison est au Sud 8° Est magnétique.

Les roches qui touchent le filon de diabase de part et d'autre ont été transformées, ce ne sont pas des schistes noirs ordinaires, mais des schistes feldspathiques pétrosiliceux, sur une épaisseur de 0m50 de chaque côté; de plus, d'un côté, nous avons remarqué entre les schistes feldspathiques et le banc de quarzite voisin un filon de quartz, mais il est probable que le filon de quartz n'a rien de commun quant à l'origine avec la diabase. Nous avions la succession suivante :

Quarzites noirs	
Filon de quarz	0m15
Schistes feldspathiques	0 40
Diabase	4 00
Schistes feldspathiques	0 50
Schistes et quarzites noirs.	

En montant sur les hauteurs qui se trouvent derrière le village de Challes pour aller atteindre la route de Wavremont, nous voyons des quarzites blancs ou verdâtres que Dumont avait rangés dans le Devillien en en faisant une assise inférieure à celle du Revinien. Il est probable que ces quarzites

sont à peu près du même âge que les quarzites noirs, et qu'il n'y a là qu'un accident de coloration encore inexpliqué.

A Wavremont nous voyons une argile rouge renfermant des galets libres, nous suivons cette argile le long de la frontière de la Prusse jusque sur la route de Malmédy ; cette argile doit être rangée dans le trias.

Sur la route de Malmédy, nous voyons encore la même argile ; à Malmédy même nous eussions vu le poudingue triasique dont le ciment est un grès argileux. Ce poudingue s'est formé à mi-côte, sur les bords d'un lac qui recevait les alluvions de l'Ardenne à une altitude de 430 mètres. Les hauteurs sont couvertes d'argile rouge, tandis qu'à mi-côte on voit le poudingue. Les galets du poudingue viennent tous des roches de l'Ardenne et non de celles de l'Eifel, qui est pourtant voisine ; on trouve des galets de grès dévoniens, d'arkose, de calcaire fossilifère frasnien et de calcaire carbonifère.

Nous reprenons alors la route de Stavelot, le long de cette route nous suivons les affleurements de l'argile, et aussi, en plusieurs points, de galets assez gros non réunis par un ciment.

En face de la borne 6 de la route, nous constatons la présence d'un grès bigarré qui a tous les caractères du grès triasique. M. Gosselet nous dit que ce grès est à peu près le ciment qui unit les galets à Malmédy.

A Stavelot nous prenons le train pour Grand-Halleux. Arrivés à Grand-Halleux, nous prenons d'abord la route de Trois-Ponts que nous suivons jusque près de la borne 108, où nous commençons à lever la coupe que nous poursuivrons jusqu'à Salm-le-Château.

Nous voyons d'abord des schistes et quarzites verdâtres à *Oldhamia*. Si nous avions pu aller jusqu'au moulin de Rochelinval, nous eussions vu les schistes et quarzites verts reposer sur les schistes et quarzites noirs. La seule différence

de couleur a conduit Dumont à séparer l'une de l'autre les assises qu'il appelait le Devillien et le Revinien. Il est probable que l'on n'a qu'une seule et même assise revinienne. L'inclinaison est au Sud 30° Est magnétique = 33°.

En nous approchant de Grand-Halleux, nous voyons à un point donné les quarzites prendre une disposition nodulaire dans les schistes verts. Leur inclinaison en ce point est au Sud 5° Est magnétique = 35°.

Nous traversons Grand-Halleux, et au delà du village nous voyons une masse de schistes verts ayant la même inclinaison que les précédents, juste en face des maisons de Hourt. Les quarzites nous paraissent manquer en ce point.

Plus loin, cent mètres environ avant d'atteindre les rochers de Hourt, nous trouvons des schistes bleus aimantifères sur une épaisseur de dix mètres à peine. leur inclinaison étant au Sud 25° Est = 65°. Ils sont surmontés d'une couche de dix mètres environ de quarzites verts ; puis viennent 35 mètres de quarzites blancs qui sont recouverts à leur tour par des schistes verts sur une épaisseur de 50 mètres. Enfin nous arrivons à la masse énorme des rochers de Hourt, entièrement formée de quarzites blancs. Leur inclinaison est au Sud 20° Est = 50°.

Après ces quarzites nous voyons des schistes verts, puis des schistes noirs, puis des schistes verts aimantifères, puis des schistes bleus et verts, en somme un ensemble de schistes bleus et verts aimantifères.

Au delà nous revoyons les quarzites blancs de Hourt avec une inclinaison Sud 40° Est magnétique. Ce fait nous démontre que les quarzites blancs décrivent un demi-cercle au moins, et que la route les coupe deux fois. C'est là aussi la raison qui fait que les schistes que nous avons vus après les rochers de Hourt nous ont paru très épais, c'est que nous marchions presque parallèlement à leurs couches.

Dumont considérait les quarzites blancs des rochers de Hourt comme formant une voûte, et il admettait que les

schistes que l'on voit avant les rochers sont les mêmes que ceux que l'on voit après.

Nous reprenons la coupe. Après les quarzites blancs, nous voyons des schistes et quarzites verdâtres Ceux-ci sont surmontés par des schistes noirs, puis par d'autres schistes noirs pyritifères que M Gosselet a désignés autrefois sous le nom d'assise de Bruckon. Ces schistes pyritifères sont assez épais, nous les suivons jusqu'à Viel-Salm, leur inclinaison est au Sud 25° Est magnétique = 55°.

En face des premières maisons de Viel-Salm, nous passons dans une autre assise du Silurien inférieur, dans le Salmien, Les quarzophyllades en effet reposent sur les schistes noirs. ce sont les *Quarzophyllades de la Lienne* Ici comme à Spa, ce sont des roches grises alternativement quarzeuses et schisteuses se divisant facilement en dalles.

Au delà du village de Viel-Salm, nous revoyons les mêmes quarzophyllades plongeant dans la même direction. Sur ces quarzophyllades reposent des schistes verts compacts, avec quarzites juste en face de la station de Viel-Salm.

Nous continuons notre route vers Salm-le Château et nous voyons des ardoises oligistifères exploitées dans des carrières voisines de la route, sur les hauteurs. Nous voyons ensuite des schistes compacts, noirâtres, plus ou moins violacés; ces schistes se continuent pendant quelque 100 mètres jusqu'à Salm-le-Château, où nous constatons la présence des schistes violets, exploités pour le coticule qu'ils renferment. Malheureusement nous n'avons pu visiter les carrières où l'on exploite ces schistes souterrainement

Nous avons cependant pu observer que les carrières sont situées à deux niveaux qui paraissent au premier abord stratigraphiquement différents, séparés par des schistes ottrélitifères, mais nous avons à Salm le-Château des bancs de l'assise des schistes oligistifères, qui ne sont que les prolongements des bancs de Lierneux, où l'on a constaté la présence

de plusieurs failles qui font reparaître plusieurs fois successivement les mêmes bancs.

Tandis que les quarzophyllades sont rangés dans le Salmien inférieur, les schistes que nous avons vus depuis seront rangés dans le Salmien supérieur, zone des *Schistes oligistifères de Viel-Salm*. Cette zone comprendra à la base les schistes compacts, à la partie moyenne les schistes violets oligistifères ardoisiers et les schistes violets à coticule, et enfin, à la partie supérieure, les schistes ottrélitifères.

Résumé. — Nous avons vu, depuis le commencement de l'excursion, le Salmien et le Devillo-Revinien qui constituent le silurien inférieur du massif de Stavelot.

A Quarreux, nous avons vu le Devillo-Revinien représenté par des schistes et quarzites noirs ; à Grand-Halleux, il y a une modification, les schistes et quarzites étant verdâtres ou blancs au lieu d'être noirs.

Aux rochers de Hourt, nous avons vu des quarzites blancs et de part et d'autre des schistes bleus ou verdâtres aimantifères. Les quarzites de Hourt décrivent un quart de cercle et la route aussi un quart de cercle en sens opposé, de sorte que nous avons coupé deux fois les quarzites blancs. C'est ce qui fait que les schistes nous ont paru assez épais, nous les suivons parallèlement aux couches.

Nous avons trouvé ensuite des schistes noirs pyriteux. Dumont désignait les schistes verts et les quarzites blancs sous le nom de Devillien, et admettait qu'ils constituaient une voûte au milieu des quarzites noirs.

Il formait ainsi deux assises :

1. Schistes et quarzites noirs des Hautes-Fanges.
2. Schistes verts et quarzites de Hourt.

MM. Gosselet et Malaise ont distingué une troisième assise

3. Schistes et quarzites noirs pyritifères de Brucken.

Mais nous n'avons pas là trois bandes bien nettes, les roches blanches ne s'étendent ni à droite ni à gauche des

rochers de Hourt, il faudrait supposer qu'il y a de chaque côté une faille En somme, la couleur blanche vient se substituer à la couleur noire sans qu'on en sache la raison. M. von Dechen, qui a étudié ces terrains, croit que les roches de Grand-Halleux ne sont dues qu'à une altération des roches noires. M Gosselet adopte cette hypothèse sans la considérer comme satisfaisante, le problème n'est pas résolu.

Le Salmien entoure le noyau de Devillo-Revinien. Nous l'avons vu à Spa et à Viel-Salm. A Spa, les quarzophyllades forment une zone épaisse divisée en deux parties par des schistes à *Dictyonema*.

A Viel-Salm, les quarzophyllades sont peu épais. Ils sont recouverts par des schistes verts compacts (station de Viel-Salm), puis par des schistes violets, noirâtres par altération, oligistifères, exploités pour ardoises et plus haut pour le coticule qu'ils contiennent, et enfin par des schistes ottrélitifères.

Entre Viel-Salm et Lierneux, on trouve un certain nombre de failles parallèles qui font reparaître jusque trois fois la même série des

Schistes verts compacts,
Schistes oligistifères à coticule,
Schistes ottrélitifères;

quelquefois les schistes compacts manquent, les schistes violets touchant les schistes ottrélitifères, c'est ce que nous avons vu à Salm-le-Château.

Depuis le commencement de l'époque dévonienne, les environs de Stavelot et tout le massif du même nom sont exondés. L'arkose, le poudingue gédinniens se sont déposés au nord comme au sud.

A la surface de l'île, on ne trouve aucun dépôt dévonien. Plus tard, à l'époque du trias, il s'est formé un poudingue

aux environs de Malmédy, accompagné de grès argileux rougeâtres. L'âge de ce dépôt, que l'on considère généralement comme triasique, n'est cependant pas bien défini ; il repose sur le cambrien et renferme des galets de roches devoniennes et carbonifères. Dumont et d'Omalius d'Halloy en faisaient du Pénéen ; on en fait aujourd'hui du trias, et il a du rapport avec les grès triasiques de l'Eifel. D'après les roches qui forment les galets et la disposition du dépôt, on arrive à déduire que le courant qui a roulé ces roches venait des environs de Marche ; aujourd'hui la pente est inverse.

Nous avons aussi trouvé au Hockai des dépôts sur les quarzites des Hautes-Fanges, ce sont des silex crétacés datant probablement du Danien ; ces silex ne sont pas roulés, la mer a donc déposé la craie sur un des points les plus élevés de l'Ardenne.

Il est évident que l'Ardenne n'avait pas la même hauteur qu'aujourd'hui : nous y trouvons le même dépôt qu'à Maestricht, situé à 300 mètres plus bas.

A l'époque du Danien on avait probablement une faible différence de niveau, mais, depuis la fin du crétacé, les hauteurs de l'Ardenne se sont accentuées, tandis que la plaine de Maestricht s'est abaissée.

Nous avons d'ailleurs de nombreux exemples de ces mouvements de bascule. Aux environs d'Hirson, par exemple, on n'a pas de trias, nous en avons à Malmédy, donc Malmédy était à un niveau inférieur ; à l'époque jurassique Hirson est immergé, et Malmédy se soulève ; à la fin du crétacé, Hirson est exondé, Malmédy au contraire, (le Hockai du moins) est recouvert par la mer. A l'époque éocène, les sables d'Ostricourt recouvrent les environs d'Hirson et non les environs de Malmédy ; à l'époque oligocène, Hirson se soulève, Malmédy, Eupen au contraire sont dans le voisinage de la mer.

L'Ardenne a donc subi une série de mouvements de bascule dans la suite des époques géologiques, pendant que son noyau central s'exhaussait depuis le silurien inférieur.

3e journée. — Salm-le-Château à Limerlé. — Bastogne.

Le matin du troisième jour, nous partons de Viel-Sam et nous allons jusqu'à Salm-le-Château pour reprendre et continuer la coupe de la veille. Nous voyons là, dans une carrière à gauche de la route de Bêche, l'arkose devonienne qui repose sur les schistes à coticule salmiens que nous avions vus la veille. Sur le premier banc d'arkose, nous voyons un banc de schistes ottrélitifères, puis un nouveau banc d'arkose, puis des schistes ottrélitifères.

L'ottrélite est généralement considérée comme métamorphique par tous les géologues, mais il est assez intéressant de trouver dans les premières couches devoniennes des paillettes d'ottrélite, alors que les schistes cambriens sous-jacents en renferment aussi. Il est probable que l'ottrélite des schistes salmiens a été remaniée à l'époque gédinnienne, au moment où se déposait l'arkose. Les premières couches devoniennes reposent en stratification discordante sur le Salmien. L'inclinaison des bancs d'arkose est au Sud 35° Est = 33°. Les schistes à paillettes d'ottrélite sont gris noirâtre presque compacts, l'arkose est très dure.

Après avoir étudié cette carrière, nous allons prendre la route de Trois-Ponts à Diekirch que nous suivrons jusqu'au niveau du village de Cierreux. A droite de cette route qui suit la vallée de la Salm, nous voyons d'abord des quarzites verts altérés, puis des schistes verts compacts, puis des schistes oligistifères altérés ; cet ensemble représente le salmien.

Au-delà, nous voyons l'arkose reposant en stratification discordante sur le salmien. Sur l'arkose reposent des schistes violets bigarrés, perforés, les trous résultant probablement de la présence de noyaux calcaires aujourd'hui disparus.

Sur les schistes violets viennent d'autres schistes, les uns verts, d'autres violet bleuâtre, puis des schistes bigarrés

compacts avec grès et quarzites gris celluleux. Leur inclinaison est au Sud 15° E. = 20°.

A cette masse où les schistes dominent de beaucoup succède une autre série où les quarzites l'emportent. Ce sont d'abord des quarzites verdâtres, puis des quarzites verts avec schistes bigarrés compacts, puis des quarzites bigarrés compacts. Leur inclinaison est au Sud 15° Est. = 25°. Cette série nous amène en face du café de la Scierie.

Nous suivons encore au-delà une succession de schistes bigarrés et de quarzites verdâtres ou bleuâtres et nous arrivons ainsi au passage à niveau près de la borne 3.

Là, nous trouvons une carrière contre la route où l'on exploite un grès gris très dur, c'est le grès d'Anor (Taunusien). Au-delà, nous voyons des schistes noirs ou verdâtres altérés, qui accompagnent généralement le grès taunusien de ce pays.

Nous quittons la route de Trois-Ponts, pour prendre un chemin qui nous conduit à Cierreux ; nous revoyons dans ce chemin les schistes noirs que nous avions vus sur les grès. Nous traversons le village de Cierreux et nous arrivons aux carrières où l'on exploite le grès taunusien. Dans une première carrière, on retire un grès gris dur comme celui que nous avons vu sur la route de Trois-Ponts. Une autre carrière fournit un grès gris peu dur présentant des lignes stratoïdes très nettes, ce grès se divise en plaques comme le psammite et il est micacé. L'inclinaison de ces grès est au Sud 15° Est. Depuis Salm-le-Château d'ailleurs, nous trouvons toujours les couches plongeant dans la même direction.

Nous nous dirigeons ensuite directement vers la station de Bovigny-Courtil et, sur notre chemin, nous voyons des schistes noirs très friables et plus haut des schistes verts altérés. Ce sont ces schistes noirs qui comblent tout le détroit de La Roche dans lequel nous entrons.

Nous suivons ces schistes jusqu'à la gare de Limerlé en passant par Gouvy. En un seul point avant Gouvy, nous voyons

une exploitation de grès que nous ne pouvons étudier à cause du manque de temps.

A Limerlé, nous prenons le train pour Bastogne où M. Gosselet nous résume en quelques mots ce que nous avons vu de la matinée.

Nous avons étudié le Devonien inférieur au Sud-Est de l'île de Stavelot. L'arkose est accompagnée de schistes avec ottrélite. On peut se demander si cette ottrélite vient des schistes siluriens ou si elle est métamorphique. La première hypothèse est la plus probable, car l'ottrélite des schistes dévoniens est en paillettes altérées ne ressemblant guère à l'ottrélite vraiment métamorphique.

L'arkose est surmontée de schistes bigarrés, compacts, de quarzites compacts, bigarrés, bleus ou verts ; ces roches forment le Gédinnien de Dumont. On peut se demander à quelle partie du gédinnien elles se rapportent, on peut les comparer peut-être aux schistes d'Oignies, mais la question ne saurait être actuellement résolue.

Au-dessus des schistes, nous avons trouvé des grès gris quarzeux du Taunusien. A Cierreux, on exploite un grès stratoïde interstratifié dans des schistes noirs, le tout est du Taunusien.

Puis nous avons vu des schistes noirs dans toutes les vallées jusqu'à Limerlé et sur les hauteurs des schistes verts ou jaunes, qui ne sont que les schistes noirs altérés. C'est exactement ce que l'on voit dans le Luxembourg.

Ces schistes verts ou noirs sont les schistes de La Roche qui sont de l'âge de la Grauwacke de Montigny (Coblenzien).

A Bastogne, nous verrons des roches très altérées, pourries, des schistes arénacés verdâtres, vert foncé alternant avec des schistes noirs, des grès stratoïdes que l'on appelle grès de Bastogne. Cet ensemble équivaut aux schistes de St-Hubert et il est séparé des schistes noirs ou verts du détroit de La Roche par une faille, le long de laquelle, de Bastogne à Ser-

pont, se sont produits des phénomènes métamorphiques sans que l'on connaisse de roches éruptives dans le voisinage.

On attribue souvent le métamorphisme, comme Dumont l'a fait, au contact de roches éruptives, comme par exemple, l'éruption des porphyres de la vallée de la Meuse ; M. Barrois suppose que des injections granitiques souterraines ont dû produire les porphyroïdes de la Meuse et aussi les schistes métamorphiques des environs de Bastogne.

D'autres géologues au contraire admettent, et MM. Gosselet et Renard sont de cet avis, que le métamorphisme peut être produit par une action mécanique, comme le frottement résultant du chevauchement des schistes de Bastogne sur les schistes inférieurs.

Dumont signale du grenat dans des fossiles trouvées à Bastogne dans la carrière Marquet.

A Bastogne nous allons d'abord visiter la carrière Marquet située derrière l'Hôtel-de-Ville. Nous y voyons des phyllades noirs avec petites cavités, ayant probablement renfermé des paillettes d'ottrélite aujourd'hui disparues. D'autres schistes de la même carrière sont très lourds, biotitifères et présentent des bancs de grès intercalés. Inclinaison Sud 15° E. = 30°.

Dans une seconde carrière Marquet, située derrière la première à un niveau stratigraphique inférieur, nous voyons un grès gris à mica blanc stratoïde.

Nous visitons ensuite la carrière Blaneau qui est située un peu plus loin que les deux précédentes. On y exploite deux bancs de grès assez dur. Dans des schistes métamorphiques qui se trouvent intercalés dans les grès, nous trouvons en grande quantité la variété de mica phlogopite que Dumont a appelée *Bastonite*. Nous prenons dans cette carrière la coupe suivante en commençant par les couches inférieures :

1) Grès gris dur	. . . .	3m
2) Schistes compacts, lourds, avec bastonite à la base.		0 80
3) Grès gris dur	. . . .	1 50
4) Argile tendre	. . . .	0 10
5) Schistes noirs.		

Nous nous rendons ensuite à des exploitations de ballast, ou l'on utilise les schistes noirs à biotite que M. Gosselet a appellé *cornéenne*, et des grès amphibolifères. Les couches de la carrière sont ondulées et faiblement inclinées. La présence du mica noir dans les schistes compacts ou cornéennes, et de l'amphibole dans les grès fait penser que l'on a affaire à des roches métamorphiques, mais où le métamorphisme a eu lieu par suite d'une compression et d'une lamination des roches comme l'indique l'aspect ondulé et étiré des bancs exploités. Nous faisons une nouvelle moisson de bastonite dans les filons de quarz de la cornéenne. L'inclinaison est N. 35° O. magnétique.

D'après ce que nous avons pu voir, les grès amphibolifères sont inférieurs à la cornéenne. Nous allons ensuite aux carrières de Petit-Moulin où nous trouvons une cornéenne devenue schisteuse intercalée dans des grès très durs. Les bancs sont très peu inclinés vers le S. 40° E.

Nous revenons ensuite à Bastogne, et, près du Séminaire, dans des travaux faits pour un puits, nous trouvons la cornéenne et les grès amphibolifères.

Là s'arrêtent nos observations pour la troisième journée.

Dumont, et aujourd'hui encore M. Barrois, admettent que le métamorphisme s'est produit sous l'influence de la chaleur et des émanations provenant de roches éruptives. Dumont admettait trois zones métamorphiques, une première à amphibole et grenat, une seconde à ottrélite, une troisième à mica.

Une autre hypothèse est celle qui admet que seuls les mouvements mécaniques ont suffi pour produire le métamorphisme. Dans ce cas la pression aurait été parallèle à la

surface du sol et dirigée du sud au nord. Cette pression aurait laminé les roches et transformé les schistes en schistes satinés renfermant des phyllites. Dans les points où se sont produits des contournements aigus, on voit le quarz exsudant des roches et cristallisant comme premier résultat de la lamination.

L'écrasement des roches aurait développé une chaleur suffisante pour produire des minéraux nouveaux, grenat, amphibole, biotite, ottrélite.

Dans les schistes noirs arénacés s'est produit la biotite en grande quantité au point que ces schistes ont été pris pour des roches volcaniques; la biotite donne à la roche une grande compacité. Dans les grès, on ne voit pas de biotite, mais de l'amphibole. On a aussi trouvé du grenat dans les schistes arénacés, surtout quand des fossiles venaient fournir du carbonate de chaux (Bastogne, Our, Recogne). L'ottrélite se rencontre en grandes paillettes dans les schistes argileux compacts.

Lorsque la poussée s'est exercée venant du sud, elle a forcé les roches du bassin de Charleville à venir s'écraser contre les roches du détroit de la Roche, en glissant contre l'îlot de Serpont; il s'est ainsi produit une faille le long de laquelle se voient des phénomènes métamorphiques. La faille passe par le moulin de Remagne, Serpont et Bastogne.

*Compte-rendu des deux dernières journées de l'***excursion** *dans les terrains primaires du* **massif de Stavelot,**

par M. **H. Fockeu.**

Elève de la Faculté.

4e journée. — Moulin de Remagne. — Libramont.

Partis de Bastogne nous descendons à la gare de Moret.

On exploite dans cette localité un schiste arénacé noirâtre, vert par altération, ainsi qu'un grès stratoïde schisteux.

C'est une roche à peu près analogue, un schiste noir ou vert, tirant sur le gris, que nous voyons à Caupont. On y remarque de plus un grès amphibolifère altéré et stratoïde ; ce grès est exploité dans les champs et le long de la route qui conduit à Remagne.

Le moulin de Remagne, si célèbre par ses roches métamorphiques, est encaissé entre deux escarpements où les affleurements sont cachés en partie par la végétation.

Nous relevons la coupe suivante en allant du Sud au Nord :

Schistes aimantifères.	
Quarzites.	
Arkose phylladifère et schisteuse	10 m.
Schistes verts satinés avec filon de quarzite de 2 mètres.	
Espace caché.	5
Schiste vert sombre	2
Espace caché.	20
Schistes verts ondulés avec une inclinaison au S. 10° O. magnétique.	

Toutes ces couches plongent vers le Sud, elles appartiennent à l'assise de Saint-Hubert du bassin de Dinant, et c'est au contact d'une faille qui existe au moulin de Remagne que le métamorphisme a produit les phyllades satinés où le microscope nous montre des cristaux d'ottrélite et peut être d'aimant. L'arkose que nous voyons ici constitue une lentille qui vient se terminer au moulin de Remagne et que nous reverrons plus loin.

Nous suivons toutes ces couches jusqu'à Moircy où nous relevons une coupe analogue à la précédente.

Arkose,
Schistes chloriteux,
Schistes ottrélitifères.

En continuant notre route vers Freux, nous voyons l'arkose s'élargir ; à Freux, elle repose sur la partie supérieure des schistes de Saint-Hubert, plus loin, elle devient schisteuse et repose sur des schistes bigarrés (ici le métamorphisme ne se

fait plus sentir); à Freux-Mesnil, elle s'enfonce sous des schistes violacés avec une inclinaison au S. 20° O.-E. = 20°.

A Freux-d'au-Milieu, près de la borne 10 de Recogne, affleurent un grès stratoïde et des schistes jaunes aimantifères de l'assise de Saint-Hubert, et à Freux-la-Rue, des schistes compacts siliceux.

Nous arrivons en face de l'îlot silurien de Serpont qui se dresse devant nous sous l'aspect d'un plateau élevé. Cet îlot est entouré de tous côtés, sauf à l'est, par l'arkose; il est essentiellement caractérisé par des schistes noirs ottrélitifères.

Sur la route près de la borne 5, nous remarquons d'abord des schistes noirs ottrélitifères inclinés au S. 30° E., on les rapporte au silurien. Dans un marais, un peu à l'est, on trouve de grandes plaques de schiste vert sombre contenant de très grandes paillettes d'ottrélite. On a rangé également ces schistes dans le silurien, M. Gosselet croit plutôt qu'ils sont dévoniens.

Au nord de l'étang, sur le sentier, nous trouvons ensuite des fragments de schistes quarzeux luisants avec de gros grains de quarz accompagnés de schistes arénacés contenant beaucoup de mica blanc. Ces deux roches très curieuses, dont la première ressemble à l'arkose et dont la seconde peut être confondue, au premier abord, avec le micaschiste, sont rangées dans le dévonien.

En nous rapprochant du château de Séviscourt, nous revoyons des couches siluriennes à l'état de schistes noirs gauffrés et satinés qui passent aux schistes ottrélitifères.

Les roches à grandes paillettes d'ottrélite sont donc intercalées au milieu des schistes siluriens.

En résumé cette journée a eu pour but l'étude des phénomènes métamorphiques produits au contact d'une faille que M. Gosselet appelle la Faille de Remagne et que l'on peut suivre de Recogne à Bastogne en passant par Remagne et Séviscourt.

Au moulin de Remagne et même avant d'y arriver, à Caupont, nous avons vu un grès amphibolique et des schistes feuilletés ottrélitifères.

A Séviscourt, nous voyons des roches ottrélitifères qui présentent avec les précédentes une grande ressemblance.

De Séviscourt, nous gagnons Libramont et de là le train nous conduit à Poix-Saint-Hubert.

5e Journée. — Poix. — Saint-Hubert. — Grupont.

A Poix, on exploite près de la gare des schistes bigarrés d'un rouge violet alternant avec des quarzites gédinniens, qui se voient également sur la route de Saint-Hubert; ces couches appartiennent à l'assise d'Oignies.

Dans le bois de Saint-Hubert affleurent un grès verdâtre et des schistes jaunâtres de Saint-Hubert.

Plus loin et également dans le bois de Saint-Hubert, nous observons le grès gris taunusien accompagné de schistes noirs brunâtres. Le taunusien est donc ici très schisteux ; du reste, dans le Golfe de Charleville, on le trouve uniquement à l'état de schistes. Ces grès gris et ces schistes taunusiens se revoient près du château de Mirwart.

La Grauwacke de Montigny et le grès noir de Vireux s'observent avant d'arriver au chemin de fer et près de la tranchée du chemin de fer. Enfin, près du village même de Grupont, affleure la Grauwacke d'Hierges fossilifère.

Ici se termine notre excursion, nous revenons à Lille par Bruxelles où, sous la conduite de M. Dollo, nous visitons le Musée d'histoire naturelle.

*Compte-rendu de l'***excursion** *du 5 Juin 1884 dans les environs de* **Mons** *par M.* **H. Fockeu.**

Cette excursion avait pour but l'étude des terrains crétacé et tertiaire des environs de Mons; elle a été dirigée par M. Gosselet, auquel est venu se joindre M. Cornet.

Descendus à la gare de Mons, nous gagnons le boulevard extérieur et prenons la route de Ciply; nous avons à notre gauche le mont Panisel et à notre droite se dressent les hauteurs moins importantes de l'Eribus. Cette dernière colline a ses flancs creusés de nombreuses carrières; celle qui se trouve derrière la propriété de Mlle Leclercq, à l'est de Mons, fait seule l'objet de nos observations. Elle est ouverte dans un sable doux au toucher, légèrement glauconieux, c'est le sable de Mons-en-Pevèle à *Nummulites planulata* (yprésien de Dumont). Au-dessus de ce sable, repose le diluvium composé de silex en galets et de silex brisés; la plupart des galets sont anguleux et l'on trouve dans le limon toutes les roches crétacées et primaires du pays. En cet endroit M. Cornet nous fait remarquer que les couches plongent vers Mons, il en sera de même pour toutes celles que nous verrons dans cette excursion.

Nous revoyons le sable de Mons-en-Pevèle près de l'Arsenal, où il renferme une lentille d'argile. Ce fait observé pour la première fois dans les environs de Mons par M. Cornet, ne doit pas nous étonner; en effet, dans les Flandres, les sables de Mons-en-Pevèle sont à l'état d'argile: l'argile de Roubaix.

Le sable inférieur à cette lentille d'argile repose sur l'argile d'Orchies que nous allons voir dans une carrière située à l'est de Cuesnes et tout près du village. Cette argile remplit des poches creusées dans un sable gris contenant assez de glauconie, surtout à la partie inférieure, c'est le *Sable d'Ostricourt* plus blanc et plus grossier que celui de notre région; il peut atteindre jusqu'à 25 mètres d'épaisseur dans les environs de Mons.

Nous coupons ensuite la route de Mons à Bavai et allons visiter la carrière de la Favarte. Cette carrière présente les couches suivantes, en allant de haut en bas:

Limon quaternaire	0m60
Sable argileux limoneux	1 50
Petit banc de graviers en silex non roulés	
Sable vert	

La couche de graviers n'est pas continue, elle est remplacée parfois par une couche de sable argileux avec cailloux. Le sable inférieur est vert : c'est probablement le *Sable de Mons-en-Pevèle*; quant au sable supérieur à la petite couche de gravier, M. Gosselet prétend qu'il a été remanié entre l'époque tertiaire et la période diluvienne. M. Cornet n'est pas de cet avis.

En reprenant la route de Mons à Bavay, à notre gauche, contre l'église de Ciply, nous rencontrons une carrière abandonnée où nous voyons pour la première fois un dépôt crétacé, le *tuffeau de Ciply* à *Hemipneustes striato-radiatus* (Danien). C'est un calcaire jaunâtre à texture grossière qui n'existe que sur le bord sud du bassin de Mons. Ici il est surmonté par un autre tuffeau qui est tertiaire, c'est le *Tuffeau* à *Cyprina Morrisii* du Landénien inférieur. Au contact du crétacé et du tertiaire, nous trouvons un banc de silex noirâtres à l'état de véritables galets ; la couche vert noirâtre qui les recouvre est colorée par la glauconie. C'est du remaniement de ces galets que proviennent les galets quaternaires de la région.

Nous n'entrons dans Ciply que pour aller visiter la grande exploitation de phosphates de M. Desailly. La carrière nous offre la série suivante en allant de haut en bas :

Tuffeau.	
Partie solide de craie phosphatée	1m
Masse de craie grise sans silex, phosphatée.	9
Craie grise phosphatée avec silex.	3

Le tuffeau est crétacé ; la masse de craie sans silex est surtout employée pour l'exploitation des phosphates; quant à la couche inférieure avec silex, elle peut atteindre jusqu'à

20 mètres d'épaisseur, elle doit sa couleur à des grains de phosphate de chaux, et renferme une faune très riche (200 espèces); nous y ramassons:

Dit. upa.
Belemnitella mucronata.
Pecten pulchellus.
Ostrea larva.
Ostrea vesicularis.
Thecidea papillata.
Fissurirostra Palissyi

En traversant le petit bois de Ciply, nous rencontrons ça et là des trous ouverts dans une craie grisâtre, rude au toucher, renfermant de gros silex gris sombre, exploités actuellement pour la fabrication de la faïence; c'est le niveau immédiatement inférieur à la craie de Ciply, qu'on appelle la *Craie de Spiennes*. Les trous que nous voyons ont été creusés par les hommes de la pierre polie qui ont exploité les silex pour la fabrication de leurs instruments. Dans une deuxième exploitation appartenant à M. Desailly, et située à la sortie du bois de Ciply, la surface de la craie brune montre de nombreuses poches comparables aux marmites de géants que l'on rencontre en Suisse, mais d'origine différente. Ces poches sont remplies par une substance pulvérulente contenant 50 à 65 °/₀ de phosphate tribasique de chaux qui occupe le fond; ce phosphate est recouvert par une mince couche d'argile qui tapisse également les parois de la poche et que surmontent les sables tertiaires. M. Gosselet, considérant que cette argile n'a pas pu se déposer verticalement, explique de la manière suivante la formation de ces poches. Postérieurement au dépôt des couches tertiaires, des eaux chargées d'acide carbonique ont filtré à travers le sable et sont arrivées au contact de la craie qu'elles ont dissoute; il est resté le phosphate et les fossiles les plus résistants, tels que les dents et les vertèbres.

Pour M. Cornet, la craie a été dissoute par les eaux chargées d'acide carbonique, antérieurement au dépôt des cou-

ches tertiaires et lorsque le sol crétacé était exondé. Le sable est venu ensuite se tasser dans les poches ainsi formées.

Une petite halte à l'exploitation de M. Cornet, fournit au savant géologue belge l'occasion de nous faire l'histoire abrégée de l'industrie phosphàtière des environs de Mons. La couleur brune de la craie était attribuée par des géologues éminents à des grains de glauconie ; le hasard a conduit M. Cornet à penser que cette couleur était due à des grains de phosphate de chaux. C'est de cette façon qu'est née cette industrie des phosphates qui fait en ce moment la richesse du pays.

Nous visitons ensuite l'exploitation de M. Cornet où nous prenons la coupe suivante en allant de haut en bas.

Terre à brique
Ergeron
Tuffeau crétacé
Craie phosphatée.

On ne voit cette superposition qu'en un point de la carrière, partout ailleurs la terre à briques repose sur le tuffeau et l'ergeron n'existe pas ; ce dépôt semble très local et de plus on remarque qu'il est formé de strates successives de limon de 2 à 3 centimètres d'épaisseur : c'est probablement le lit d'un ancien cours d'eau. A la partie inférieure, on a trouvé des ossements de Mammouth, de Rhinocéros.

Lors de l'excursion de la Société géolologique à Bavay, nous avons vu un dépôt analogue au-dessus du calcaire givétien, mais comme il était surmonté par les couches à *Pecten asper*, novs l'avons considéré comme Aachénien. Ici cette couche, par sa position statigraphique et par sa faune, appartient évidemment à l'époque diluvienne.

Dans une autre partie de la même carrière, on voit le tuffeau tertiaire reposer en stratification transgressive sur le tuffeau à *Hemipneustes* et sur la craie phosphatée de Ciply. Au contact

de la craie et du tuffeau, nous remarquons une partie dure sans phosphate ; cette couche dure est constante.

Nous reprenons la route de Nouvelles, et à 500 mètres avant d'arriver à ce village, nous rencontrons une carrière ouverte dans une craie rude au toucher : c'est la craie de Spiennes. Cette craie n'est caractérisée par aucune forme remarquable, les espèces qu'on y trouve sont les mêmes que celles de la craie blanche inférieure et de la craie phosphatée de Ciply supérieure.

Nous y ramassons :

Fissurirostra Palissyii, *Cardiaster ananchytis.*

Un sentier nous conduit ensuite dans une carrière située au nord de Nouvelles et où l'on exploite une craie remarquable par son éclatante blancheur et par sa grande pureté. C'est la craie de Nouvelles qui est inférieure à tout ce que nous avons vu précédemment et appartient au Sénonien inférieur ; elle est recherchée pour la fabrication du blanc d'Espagne et de l'acide carbonique.

Nous y trouvons en grande quantité

Bellemnitella mucronata — *Magas pumilus*
Pecten cretosus — *Micraster Brongniarti*
Terebratula carnea

Cette faune et l'aspect de la roche nous rappellent la craie de Meudon, qui est en effet du même niveau.

Cette observation marque le terme de notre excursion, nous gagnons la gare d'Hyon-Ciply et rentrons à Lille.

En résumé, nous avons vu dans cette journée les couches suivantes en commençant par les plus récentes :

	Limon quaternaire avec ossements.
Landenien	Sables de Mons-en-Pévèle.
	Sables d'Ostricourt.
	Tuffeau à *Cyprina Morrisii.*
Danien	Tuffeau à *Hemipneustes.*
	Craie de Ciply.
	Craie de Spiennes.
Senonien	Craie de Nouvelles.

Compte-rendu d'une excursion géologique dans le **terrain jurassique** *de* **Maubert-Fontaine** *à* **Lonny.**

Par M. **Ch. Queva.**

Parcours de la ligne de déviation de Maubert-Fontaine à Murtin.

Le matin, je pars de Maubert-Fontaine et, afin d'avoir un point de repère pour les terrains de la tranchée du chemin de fer, je me dirige vers une ancienne carrière, sur la route d'Hirson, en sortant de Maubert, et là je trouve des débris de grès calcareux jaune, ferrugineux et fossilifère. Les fossiles que j'y reconnais sont :

Ammonites planicosta (?)	*Ostrea* sp.
Belemnites brevis = *B. acutus.*	*Cardinia* sp.

Le premier fossile n'est pas bien conservé et je n'en ai trouvé qu'une faible partie, de sorte que je ne puis être certain de ma détermination. La roche est un grès renfermant des parties spathiques et des galets peu nombreux de grès ferrugineux. Les fossiles qui viennent d'être cités me permettent, je crois, de rapporter ce grès à la zone du calcaire sableux à *Belemnites acutus.*

Puis je traverse le village pour sortir par la route de Flaigne-les-Oliviers, laquelle est coupée par la ligne de déviation d'Auvillers à Murtin, un peu au delà de la côte 251. Je suis la voie ferrée en me dirigeant vers Murtin. Presque immédiatement, je puis observer une tranchée dans un limon sableux jaune qui renferme des galets très roulés de quarz, de quarzite.

Un peu plus loin, une nouvelle tranchée me montre le

même limon renfermant à la base des galets bien roulés et des blocs très volumineux d'un grès très dur.

Ces galets sont trop roulés pour être quaternaires, ils formaient très probablement la base des sables tertiaires dans cette région, lesquels sables ont été enlevés par les cours d'eau alors qu'ils formaient une nappe aquifère au dessus des terrains ordinairement argileux du lias. Les galets (1) sont restés alors à peu près en place et ont été plus ou moins dispersés dans le limon. Cette explication s'applique également au grès qui est évidemment tertiaire (landénien) tout comme les galets et que l'on trouve à la base du limon.

Les tranchées faites dans le limon remontant déjà à un certain temps, il est impossible de préciser les caractères du limon, qui, la plupart du temps, a coulé sous l'influence des pluies jusqu'au bas de la tranchée.

Je continue à suivre la ligne et j'arrive en un point où la Sormonne traverse la voie sous un pont. Sur les bords de la rivière je trouve une marne noire très argileuse renfermant des bancs intercalés d'une roche plus quarzeuse cohérente. Le seul fossile que j'y ai trouvé est une Bélemnite qui est peut-être le *Belemnites apicicurvatus*. Je crois pouvoir rapporter ces marnes à la base de la zone à *Belemnites clavatus*.

Après avoir traversé la route d'Etalle, la ligne du chemin de fer traverse en tranchée (2) un limon renfermant de nombreux galets et des blocs de grès tellement durs qu'on peut les appeler quarzites. Les galets sont en quarz ou en quarzite. Je rapporterai, comme plus haut, les galets et les blocs de grès au landénien, le tout ayant été remanié à l'époque

(1) Dans une excursion antérieure nous avions vu à Auvillers un poudingue cohérent, déjà signalé auparavant par M. A. Six, qui était de même âge que les galets de cette tranchée.

(2) Quand cette tranchée était fraîche on voyait à la base des marnes liasiques avec *B. apicicurvatus*, *B. breviformis*, *Ostrea cymbium*.

diluvienne et le sable landénien ayant disparu. J'arrive alors au point où la route de Blombay est coupée par la ligne de fer et, pour me conformer aux indications de M. Gosselet, je monte à Blombay par la route en en faisant la coupe. Tout près du chemin de fer, la route coupe en tranchée des marnes grises très fossilifères contenant des ovoïdes et des bancs de calcaire marneux ferrugineux. Les fossiles sont :

Belemnites apicicurvatus Blainv.	*Pecten textorius* Goldf.
Bel. cylindricus Simpson.	*Spirifer signensis* Buv.
Bel. rudis Phill.	*Sp. oxypterus* Buv.
Bel. Milleri ? Phill.	*Rhynchonella tetraedra* Sow.
Ostrea cymbium Lk.	*Waldheimia sarthacensis* d'Orb.
Plicatula spinosa Sow.	— *numismalis* Lk.

A un niveau un peu plus élevé que le précédent, je recueille dans des marnes grises avec ovoïdes de toute taille :

Belemnites apicicurvatus Bl.	*Pecten æquivalvis* Sow.
Bel. breviformis Voltz.	*Spirifer tumidus* v. Buch.
Bel. cylindricus Simps.	*Pentacrinus scalaris* Goldf.
Ostrea cymbium Lk.	

Je crois que l'on a deux niveaux assez distincts, l'un caractérisé par le *Spirifer signensis*, le second, supérieur, caractérisé par le *Spirifer tumidus*. Je crois que l'on peut rapporter le premier à la zone du liasien à *Bel. clavatus* et le second à la base de la zone à *Ammonites spinatus*.

En continuant à monter vers Blombay, les marnes ne contiennent plus de fossiles et sont noires, très argileuses. Plus haut encore elles sont noirâtres, schisteuses et contiennent une grande quantité d'ovoïdes, et de petits lits de lumachelles à huîtres et à *Astartes* (zone à *A. spinatus*).

En arrivant sur le plateau qui est au nord de Blombay, je trouve un sable panaché, en partie jaune ferrugineux, en partie gris. Ce sable parait reposer directement sur les marnes à ovoïdes, mais je n'ai pu voir le contact. On exploite

ce sable dans une carrière près de Blombay. C'est un sable très fin, un peu mélangé de substance limoneuse qui a peut-être filtré par le haut. On peut, je crois, le rapporter au landénien, c'est là un cas très rare où les sables tertiaires superposés aux marnes du lias n'ont pas été enlevés.

Dans le village de Blombay, je vois un calcaire qu'on a apporté des environs et qui s'y trouve au niveau du sol, je n'ai pas pu aller le voir en place. Il est jaune, spathique et fossilifère.

Les fossiles sont :

Ammonites Blagdeni.	*Avicula echinata.*
Ostrea acuminata.	*Trigonia costata.*

Je n'ai pu détacher le premier fossile qui montrait bien les caractères de l'*Am. Blagdeni*; les avicules et les huîtres sont en lumachelles. Ce calcaire doit être rapporté à la zone à *Am. Blagdeni* du Bajocien. On s'en sert comme de pierre à bâtir; il est exploité du côté de Blombiseux.

Je redescends alors la route de Blombay pour continuer à suivre la voie ferrée là où je l'avais laissée.

De même que la route de Blombay, la ligne du chemin de fer coupe en tranchée les marnes que nous avons vues au commencement de cette route. Ce sont les mêmes marnes grises avec les mêmes fossiles et les mêmes bancs solides de calcaire marneux intercalé Plus haut on voit dans ces marnes des ovoïdes et on y recueille le *Spirifer tumidus*.

Au nord de Blombay on a fait un remblai avec des marnes noirâtres fossilifères, qui viennent de la tranchée précédente. Elles renferment :

Belemnites paxillosus,
Bel. breviformis,
Ostrea cymbium,
Spirifer tumidus, en grande quantité,
Waldheimia numismalis.

Ces marnes doivent évidemment être rapportées à la zone à *Amm. spinatus*, du liasien supérieur.

Un peu plus loin, la ligne traverse une argile plastique jaune ferrugineuse, sans fossiles, elle est surmontée par un limon sableux à galets peu roulés; l'argile et le limon doivent être rangés dans le quaternaire récent.

A peu près à la hauteur de Chilly, on voit une tranchée dans des marnes renfermant à la partie inférieure :

Belemnites apicicurvatus, *Bel. breviformis*, *Ostrea cymbium*, *Pecten œquivalvis.*

Ces premières marnes ont environ 2m50.

Puis vient un niveau où les ovoïdes sont très nombreux, c'est à ce niveau que je recueille une ammonite d'assez grande taille, qui me paraît être une vieille *Am. spinatus* ; les côtes ne sont plus aussi marquées que dans le jeune âge, et les épines qui les terminent s'en détachent mieux (1).

On voit encore plus loin une tranchée dans des marnes à Bélemnites, *Bel. apicicurvatus*, mais le limon supérieur a coulé au point de recouvrir une grande partie de la tranchée, et on y voit peu de fossiles.

La ligne coupe encore une fois en tranchée un peu avant d'arriver en face de Laval-Morency, des marnes renfermant des Bélemnites :

Belemnites breviformis ?
Pecten œquivalvis,
Ostrea cymbium.

Ces marnes sont grises et on y voit des ovoïdes vers la partie supérieure. Ce sont les marnes de la zone à *Belemnites clavatus* du Liasien, zone moyenne.

Entre Laval et Moulin-Lingat, la ligne coupe un calcaire bleu cristallin en bancs alternant avec des marnes bleues, j'y ai recueilli *O. cymbium*; ce calcaire présente le même aspect que le calcaire à *O. arcuata* de Charleville, mais la présence

(1) Cet échantillon appartient, d'après M. Six, à l'espèce *A. armatus Deroceras armatum*) Sow.

de l'*O. cymbium* m'engage à le ranger (?) dans la zone à *Am. planicosta*. Cependant la roche n'est pas distincte minéralogiquement des couches que j'ai vues ensuite au Châtelet, et l'huître n'est pas une *O. cymbium* bien nette.

Au-dessus de ce calcaire, on trouve dans le limon un énorme bloc erratique de grès tertiaire très dur.

A très peu de distance du Moulin Lingat, la ligne de chemin de fer traverse des bancs calcaires avec sables ou marnes intercalés, une carrière y est ouverte à gauche de la voie ferrée.

La partie inférieure est formée de bancs de calcaire bleu dur, tandis que les bancs supérieurs sont moins durs, plus sableux et fossilifères. Les fossiles des bancs supérieurs sont nombreux.

Belemnites acutus (= *B. brevis*),
Ostrea arcuata,
Pecten disciformis (= *P. lunaris*),
Cardinia concinna.
Spirifer Walcoti.

Ces fossiles font ranger les couches ci-dessus dans la zone du calcaire sableux à *Belemnites acutus*. Quant aux bancs inférieurs, qui sont très peu fossilifères, je crois qu'ils appartiennent à la zone à *Ostrea arcuata* ou *Am. bisulcatus*.

Ces observations s'appliquent à la carrière en face du poteau 161 kil.

Juste en face du kil. 160, on a une tranchée dans laquelle on voit des marnes jaunes sableuses avec :

Belemnites acutus (nombreuses),
Ostrea obliqua.

sur 2m50 d'épaisseur, et au-dessous des marnes bleues et calcaires rapportables à la zone à *Ostrea arcuata*.

De là je me dirige vers Le Châtelet (je quitte la voie ferrée) pour aller visiter les carrières où l'on exploite les calcaires à *Ostrea arcuata* et *Ammonites bisulcatus*. Le calcaire y est dur,

en bancs alternant avec des marnes bleues très plastiques ou avec des sables; les marnes renferment

Amm. bisulcatus, *Ostrea arcuata*.

Dans les bancs supérieurs on recueille le *Pecten disciformis*, les bancs supérieurs sont en calcaire impur alternant avec deo sables. Ils peuvent être rapportés à la zone à *Belemnites acutus*, et les bancs inférieurs à la zone à *Ostrea arcuata*, du Sinémurien. On exploite dans les carrières du Châtelet 12 bancs calcaires sur une épaisseur de 10 mètres environ, les bancs ont environ 0m50 d'épaisseur.

Je reprends la tranchée du chemin de fer, et je trouve les bancs supérieurs de la zone à *Bel. acutus* qui sont représentés par un calcaire impur alternant avec des marnes sableuses.

Une nouvelle tranchée après le passage à niveau du chemin de Wartigny montre les mêmes bancs; je recueille dans les bancs sableux :

Ostrea arcuata?
Pentacrinus scalaris,
Belemnites acutus.

Nous avons ici la faune de la zone à *Bel. acutus* du Sinémurien.

J'arrive ensuite en face du village de Murtin, et je visite une dernière tranchée au-delà du passage à niveau. Les fossiles sont

Ostrea obliqua, *Belemnites acutus*.

En résumé, dans cette première journée, j'ai vu le Liasien et le Sinémurien supérieur bien représentés. La ligne du chemin de fer de Maubert à Lonny coupe obliquement les couches en s'avançant de plus en plus vers les bords du bassin liasique qu'elle atteint presque au Châtelet. Ceci explique comment il se fait que les couches les plus récentes que nous ayons vues du lias ont été rencontrées au commencement de la journée (1).

(1) La détermination des fossiles cités dans cette note a été revue par M. A. Six.

M. Gosselet ajoute à ce compte-rendu la note suivante :

Etude sur les **tranchées** *du chemin de fer de l'Est entre* **Saint-Michel** *et* **Maubert-Fontaine.**

Par M. **J. Gosselet.**

J'ai profité, l'automne dernier, de ce que l'on posait une seconde voie sur la ligne d'Hirson à Mézières pour visiter de nouveau les tranchées que l'on venait de remettre à neuf.

Les tranchées d'Hirson à Saint-Michel ne m'ont rien présenté d'intéressant. La première tranchée après Saint-Michel ne m'a montré aussi que du limon. Dans la deuxième tranchée on trouve les marnes noires du lias avec *septarias*, présentant à la base une couche remplie de petites *Astarte striatosulcata*. Elles sont surmontées de 1 m. d'argile blanche feuilletée, puis de limon ferrugineux rempli de petits galets de quarz blanc. L'argile blanche et les galets doivent être rapportés au gault.

A la tranchée suivante, avant le chemin qui se dirige vers Montaurieux, on voit encore un affleurement de marnes du lias recouvert par du limon panaché. A la base de ce limon, il y a une petite couche de limon brun contenant des concrétions ferrugineuses et de galets de quarz blanc. Ce second limon pourrait bien appartenir au gault.

La tranchée de Blissy montre un calcaire nodulaire rempli d'*Ostrea sublobata* Desh. Il est surmonté d'argile empâtant de gros nodules calcaires fossilifères : *Ostrea acuminata*, *Ostrea Marshii* Sow., *Myacites Beanii* Morr. et Lyc., *Avicula Braamburiensis* Sow., *Lima proboscidea* Sow. Ces couches doivent être rapportées au *Fullers-Earth.*

A la tranchée dite des Rigoles, on voit du calcaire oolitique miliaire dont la surface est creusée de poches qui sont remplies d'un diluvium composé de galets et de fragments de galets en silex ; de galets, de grains et de fragments anguleux

en quarz blanc; de plaques arrondies en quarzite schisteux, de morceaux irréguliers en calcaire oolitique. C'est le résultat d'un remaniement presque sur place, des dépôts aachéniens et tertiaires. Les poches sont tapissées sous ce diluvium par une couche de 50 centimètres à 1 mètre de limon brun très argileux. Des faits identiques se voient à la tranchée de la Fosse-au-Loup.

Après avoir dépassé la gare d'Any, la voie ferrée rentre dans le Fullers-earth. La tranchée entre Any et Martin-Rieux montre à la base 2 m. de calcaire noduleux empâté dans de l'argile remplie d'*Ostrea acuminata*, et au-dessus 1 m. de calcaire oolitique, alternant avec des bancs de marne. La *Terebrutula maxillata* y domine. Les fossiles que j'ai recueillis dans cette tranchée sont :

Terebratula maxillata Sow.
Serpula plicatilis ? Gold.
Vermicularia nodus Phill.
Trigonia sp.
Pholadomya deltoïdea Sow.
Gresslya abducta Phill. — *Gr. peregrina* Phill.
Homonya gibbosa Sow.
Lima duplicata Sow.
Avicula Braamburiensis Sow.
Astarte pulla Rœm. = *Ast. minima* Phill.
Gryphea mima Phil.
Ostrea ampulla d'Arch.
Ost. acuminata Sow.

La tranchée suivante, séparée de la précédente par le ravin de Martin-Rieux, est ouverte dans les marnes du Lias. Il y a donc en ce point une faille qui fait disparaître l'oolithe inférieure. Cette assise, bien que peu épaisse dans tous ces environs, se montre néanmoins à mi-côte le long de l'escarpement, entre Martin-Rieux et Fligny.

La tranchée au S.-O. de la station de Signy est aussi dans le Lias. On y voit un banc horizontal de *septarias*, de limo-

nite ; les marnes situées dans ce banc contiennent beaucoup de *Belemnites*.

Belemnites cylindricus Simpson.	*Belemnites breviformis* Voltz.
— *apicicurvatus* Blainv.	*Plicatula spinosa* Sow.

C'est la base des marnes du Lias, aux environs de Signy, immédiatement en-dessous vient la castine de Signy. Elle a été coupée par la tranchée des Soquettes, où l'on trouve une argile noire avec bancs de calcaire argileux et arénacé qui reposent directement sur les schistes et les quarzites cambriens ; j'y ai recueilli *Belemnites Milleri* Phill., *Spiriferina Signensis* Buv.. Les deux tranchées suivantes sont dans le limon jusqu'à l'étang.

Puis vient la grande tranchée d'Auvillers qui a bien 10 m. de profondeur et qui est toute entière dans les marnes du Lias. Ce sont des marnes noires, très argileuses, contenant quelques bancs minces de calcaire argileux. Elles sont supérieures à celles de la tranchée de Signy. Les fossiles y sont très abondants.

Belemnites apicicurvatus Bl.	*Belemnites clavatus* Bl.
— *rudis* Phill.	— *compressus* Stahl.
— *Milleri* Phill.?	*Plicatula spinosa* Sow.
— *breviformis* Voltz.	*Pecten æquivalvis* Sow.
— *microstylus* Phill.	*Ostrea cymbium* Lk.

A partir de la station d'Auvillers, la seconde voie quitte l'ancienne pour passer au sud de Maubert et de Rimogne.

A l'entrée de cette nouvelle voie, dans la gare même, j'ai relevé la coupe suivante :

Limon	1m
Marne noirâtre avec petites Belemnites	0 50
Argile jaunâtre sableuse avec bancs de calcaire arénacé ou argileux jaunâtre ou noirâtre . .	1 50
Lumachelle à grandes Cardinies avec oolithes ferrugineuses.	

Ce dernier banc est celui que l'on voit sur la route d'Eteignières et que les observations de M. Piette ont rendu célèbre. C'est le niveau à *Amm planicosta* du liasien.

Après le passage à niveau de la grande route, on voit une argile sableuse jaunâtre avec quelques bancs durs. Cette couche, supérieure à celles de la station, m'a fourni *Ammonites* cf. *submuticus*, Oppel, *Belemnites*, *Ostrea sportella* Dumortier, *Rhynchonella tetraedra* Sow.

La tranchée suivante montre des marnes surmontées de limon avec cailloux de l'Ardenne. A la tranchée vis-à-vis de la Rubrique, le même limon recouvre des marnes bleues qui m'ont fourni *Belemnites apicicurvatus* Bl.

A la tranchée suivante, près de Narinseaux, la marne contient beaucoup de petites concrétions fusiformes en phosphate de chaux et de nombreux fossiles.

Belemnites apicicurvatus Bl.
— *rudis* Phill.
Ostrea cymbium Lk.
Rhynchonella tetraedra Sow.
Waldheimia cf. *cor* Lk.

C'est la base du niveau à *Belemnites clavatus*.

M. Queva ayant pris la coupe en ce point, je n'ajouterai rien à son compte-rendu (1).

M. **Gosselet** présente, au nom de M. **Queva**, le résumé suivant :

Dômes en miniature à la surface des sables,
par T. Mellard Reade.

En se promenant sur une plaine de sable à Blundellsands, Mellard Reade vit la surface couverte d'une foule de bosses dont les plus grandes avaient trois pouces de diamètre sur un demi pouce de haut. En les ouvrant, il constata que ces dômes étaient creux, la cavité ayant la forme d'un segment de sphère. Le sable est fin, pur, siliceux. Le sommet du dôme

(1) Les fossiles cités dans cette note ont été déterminés par M. A. Six.

peut être fendillé à cause de l'extension de la surface supérieure de la couche de sable soulevé.

Le sable en question se trouve au pied d'une ligne d'escarpements formés par les couches du Forest-Bed (tertiaire supérieur), il repose sur de l'argile bleue et a une épaisseur d'un pied. Les bosses se trouvent sur une zone le long de la limite de l'argile, environ à 6 ou 10 pieds de cette limite.

L'explication que l'on peut donner du phénomène est celle-ci : les dômes sont formés par l'air emprisonné dans le sable sec, et qui en est chassé à un moment donné par l'eau ; à chaque petite pluie, en effet, l'eau coule sur l'argile à la base du sable qu'elle imbibe dans ses couches inférieures, en forçant l'air que ce sable contenait à remonter vers la surface ; mais à la surface la pluie tombée a suffi pour former une croûte solide, qui forme voûte par place en se soulevant sous l'effort de l'air qui tend à s'échapper. Les bosselures ainsi formées crèvent souvent, et l'air s'en échappe en sifflant.

On ne se fait pas idée de la quantité d'air que renferme le sable sec ; on peut, pour s'en rendre compte, faire l'expérience suivante : On emplit de sable sec une bouteille que l'on immerge dans un baquet d'eau ; le liquide imbibe rapidement le sable et remplace l'air qui s'échappe ; on trouve que l'eau absorbée par le volume de sable, sans que ce volume ait changé, est dans la proportion de $\frac{\text{eau}}{\text{sable}} = \frac{5}{12}$ en volume ; donc, pour 12 mètres cubes de sable sec, on aura 5 mètres cubes d'air.

On comprend alors que la quantité d'air soit suffisante pour produire le phénomène ci-dessus, si l'on se rappelle la cémentation qui s'opère dans le sable par la présence de l'eau à la surface lors d'une légère pluie, et que la couche sous-jacente argileuse laisse couler l'eau qui descend des rochers voisins à la moindre averse.

La puissance de cémentation du sable par imbibition d'eau est démontrée par ce fait que les dunes ont absolument l'allure de rochers solides lorsque la mer vient les battre pendant que le sable est mouillé, tandis que sec, le sable coule comme un liquide.

On peut se demander quelle sera l'application géologique de cette observation. L'auteur a voulu plutôt signaler un phénomène curieux sans avoir en vue aucune application. Cependant, si on admet la grande étendue des bancs de sable, et aussi des roches humides sous-jacentes, on pourra s'expliquer la formation de ces laccolithes si bien décrites par M. Gilbert dans sa *Geology of the Henry Mountains.*

M. Boussemaer lit la note suivante :

2e *Note sur les* couches supérieures du Mont Aigu, *par M.* Boussemaer.

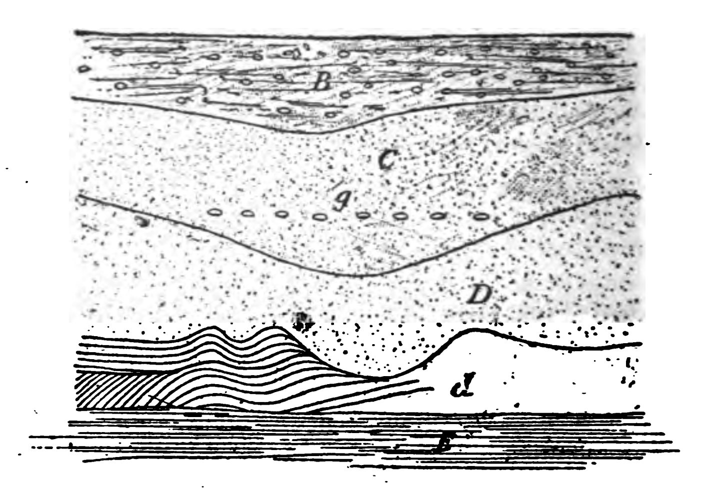
Pl. IV.

Il y a quelques semaines, j'ai eu l'honneur de faire une communication à la Société sur une coupe relevée vers la partie supérieure du Mont Aigu. Maintenant que les travaux de la carrière de ce mont sont beaucoup plus avancés, j'ai cru qu'il y avait intérêt à compléter la note en question.

La carrière du Mont Aigu se trouve sur le versant nord du mont, contre la route d'Ypres. Sous 1m50 d'une argile avec silex roulés et morceaux de grès diestien, on rencontre un sable veiné brun chocolat reposant sur un sable jaune clair, fin, micacé, surmontant lui-même une argile grise avec taches rouges que l'on peut rapporter au *laekénien.* Sous cette argile on voit, ainsi que nous l'avons indiqué dans la note précédente, un sable argileux surmontant du sable gris que nous avons rapporté au sable laekénien sans fossiles.

Une excavation pratiquée dans le sol de la carrière nous a permis d'observer sous ce sable gris environ 80 centimètres de sable roux fin qui ne forme pas de limite nette avec le sable précédent.

La coupe que nous avons donnée dernièrement a été relevée en PP' (voir pl. IV, fig. 1), or, à gauche de cet endroit, les couches supérieures présentent la stratification suivante :



Coupe au sommet de la carrière du Mont Aigu.

B. Argile avec silex roulés et grès diestiens.
C. Sable veiné brun chocolat.
g. Galets de silex et morceaux de grès ferrugineux.
D. Sable jaune clair micacé.
d. Sable gris jaunâtre veiné en stratification entrecroisée.
E. Argile avec taches rouges.

Le sable jaune clair, qui repose sur l'argile laekénienne, présente à sa partie inférieure un sable gris jaunâtre, en stratification entrecroisée, de plus les couches *C* et *B* sont en forme de poche, la première renfermant une ligne de galets de silex avec morceaux de grès ferrugineux, ainsi que l'indique la figure.

Les couches sont inclinées à l'ouest de la carrière d'environ 35° sur l'horizontale. Or, à 50 mètres au sud de cette carrière et à environ 30 mètres plus à l'ouest, nous avons observé dans une tranchée, des couches qui nous ont paru supérieures à celles de la grande carrière du Mont-Aigu.

A la partie inférieure de la tranchée, on voit (pl. IV, fig. 2) un sable jaune-brunâtre, fin, micacé, surmonté par un autre sable veiné, jaune-noirâtre qui subit une dénivellation de 0m25 due à deux failles ; puis au-dessus, un sable un peu argileux, jaune-brunâtre, fin, micacé, que surmontent des bancs de sable blanc séparés par quelques centimètres d'une argile sableuse brune Enfin, à la partie supérieure, se trouve un sable argileux avec morceaux de grès diestien.

A droite de cette coupe, une faille permet de voir une série de bancs de sable blanc avec séparations argileuses formant suite à ceux de la gauche de la carrière. Ils reposent sur le sable immédiatement supérieur au sable veiné, seulement le peu de profondeur de la carrière ne permet pas de constater la position de ce sable veiné par rapport au sable *C*, mais il est très probable que le sable veiné *D* doit se trouver à droite de la faille à environ un mètre de profondeur et surmonté du sable *C*.

Quoi qu'il en soit, en considérant l'inclinaison du sable jaune clair dans la grande carrière du Mont-Aigu et sa distance à la tranchée ouest, on est conduit à admettre que les couches de sable de cette dernière tranchée sont supérieures aux bancs de la grande carrière. De plus, nous avons retrouvé presque au sommet du Mont-Aigu les bancs de sable fin séparés par des veinules d'argile.

Si l'on suit en effet, à l'est du mont, le petit chemin, qui venant de Locre se dirige en tranchée vers le sommet du Mt Aigu (pl. IV, fig. 3), on aperçoit sur du sable panisélien, les couches à turritelles surmontées par des sables et calcaires bruxelliens, des sables et calcaires laekéniens, des sables blancs sans

fossiles et la zone de l'argile glauconifère. Au sommet du mont on ne peut plus rien distinguer, mais si l'on descend vers la grande carrière de la route d'Ypres, toujours par le même chemin, on trouve sous 0,20 d'une argile feuilletée, dont la partie supérieure n'est pas visible, des bancs d'un sable jaunâtre séparés par des couches d'argile brune que l'on peut rapporter aux bancs de la partie ouest du mont. En descendant, on trouve une argile grise surmontant un sable fin brun avec lentilles d'argile brune et morceaux de grès diestien reposant sur une argile sableuse gris brunâtre qui a tout à fait l'aspect du limon. Le dépôt de cette argile grise qui est identique à celle de la partie supérieure du mont paraît être d'âge relativement récent eu égard aux morceaux de grès diestien trouvés dans le sable immédiatement inférieur. En continuant à descendre, on aperçoit un sable veiné jaune-noirâtre identique au sable veiné de la coupe de l'ouest du mont. Puis les talus du chemin ne permettent plus l'observation jusqu'à la carrière dont il a été question au commencement de cette communication.

En résumé, d'après les quelques recherches précédentes, il est probable que les couches observées à l'ouest du mont et traversées par des failles sont supérieures à celles de la grande carrière du Mont Aigu et doivent se trouver vers la partie supérieure de ce mont.

TABLES DES MATIÈRES

par **M. J. Ortlieb.**

TABLE DES COMMUNICATIONS
par ordre géologique.

1° Terrains primaires.

2° Terrains secondaires.

3° Terrains tertiaires.

4° Terrains quaternaires et récents.

Nouvelles observations faites dans la Campine en 1883, comprenant la découverte d'un bloc erratique scandinave, par M. E. Van den Brœck, 72. — Coquilles diluviennes trouvées à Willems, par M. J. Ortlieb, 199. — Coquilles diluviennes trouvées à Lucquy (Ardennes) par M Ch. Barrois, 200.— Dent d'*Elephas primigenius* à Hem, par M. J. Ortlieb, 218.

5° Paléontologie.

Sur les *Dictyospongidæ*, nouveaux fossiles de Jeumont, par M. Ch. Barrois, 80. — Observations sur une espèce de *Conularia* du calcaire d'Avesnelles, par M. Ch. Maurice, 92. — Les fougères du terrain houiller du Nord, par M. Ach. Six, 201.

6° Archeologie.

Documents anciens : manuscrits, plans, etc., intéressant les divers mouvements de la plage de Sangatte à Dunkerque, par M. Quarré, 240.

7° Divers.

Observations sur la constitution géologique de la Bretagne, par M. Ch. Barrois, 1er article 87; 2me article 278 — Les poussières des glaces, par M. Ach. Six, 98. — Forage profond à Richmond (Surrey), par M. Ch. Barrois, 141. — Sur la constitution géologique de la presqu'île de Rhuis (Morbihan) par M. Ch. Barrois, 228. — Sur l'ozokerite, par le docteur Hassenpflug, 253. — Sur les hydrocarbures de la série du pétrole, par M. Ach. Six, 334.

8° Analyses de mémoires étrangers.

Révision des terrains de Saint-David's (précambrien ou cambrien inférieur) d'après M. Geikie, par M. l'abbé Renard, 11. — Sur une nouvelle roche à glaucophane de l'île de Groix, par M. A. Von Lasaulx; analyse de M. Ch. Barrois, 144. — Ch. Barrois : géologie et paléontologie du désert lybien, par M. Karl Zittel, 148.—Le Challenger et les abîmes de la mer, par M. Ach. Six ; analyse de la note de MM. Murray et Renard sur les dépôts des mers profondes, 313. — Cinq mémoires de M. L. Dollo, résumés par M. Ach. Six : les Dinosauriens du crétacé supérieur de la Belgique, 1. — Les Dinosauriens de Bernissart, (4e note), 5. — Un oiseau landénien en Belgique, 212. — Les crocodiles de Bernissart, 214. — Le Batracien et les Chelloniens de Bernissart, 297. — M. Ach. Six : l'évolution des céphalopodes, d'après M. le professeur Alpheus Hyatt, 157. — M. Ach. Six : les appendices des Trilobites, d'après M. Ch. D. Walcott, 228. — Deux mémoires de M. le professeur O. C. Marsh, résumés par M. Ach. Six : Un nouveau dinosaurien, 237.—Les Dinosauriens carnivores du Jurassique américain, 306. — Domes en miniature à la surface des sables, par M. T. Mellard-Reade, analyse de M. Queva, 379.

9° Compte-rendus des Excursions de la Faculté des Sciences de Lille.

Compte-rendu d'une excursion de cinq jours dans les terrains primaires du massif de Stavelot : 1re partie, par M. Ch. Queva ; 1re journée : Comblain-au-Pon, vallée de l'Amblève, Quarreux, Spa, 340. — 2me journée : Spa, Stavelot, Grand-Halleux à Salm-le-Château, 347. — 3me journée : Salm-le-Château à Limerlé, Bastogne, 355. — 2me partie, par M. H.

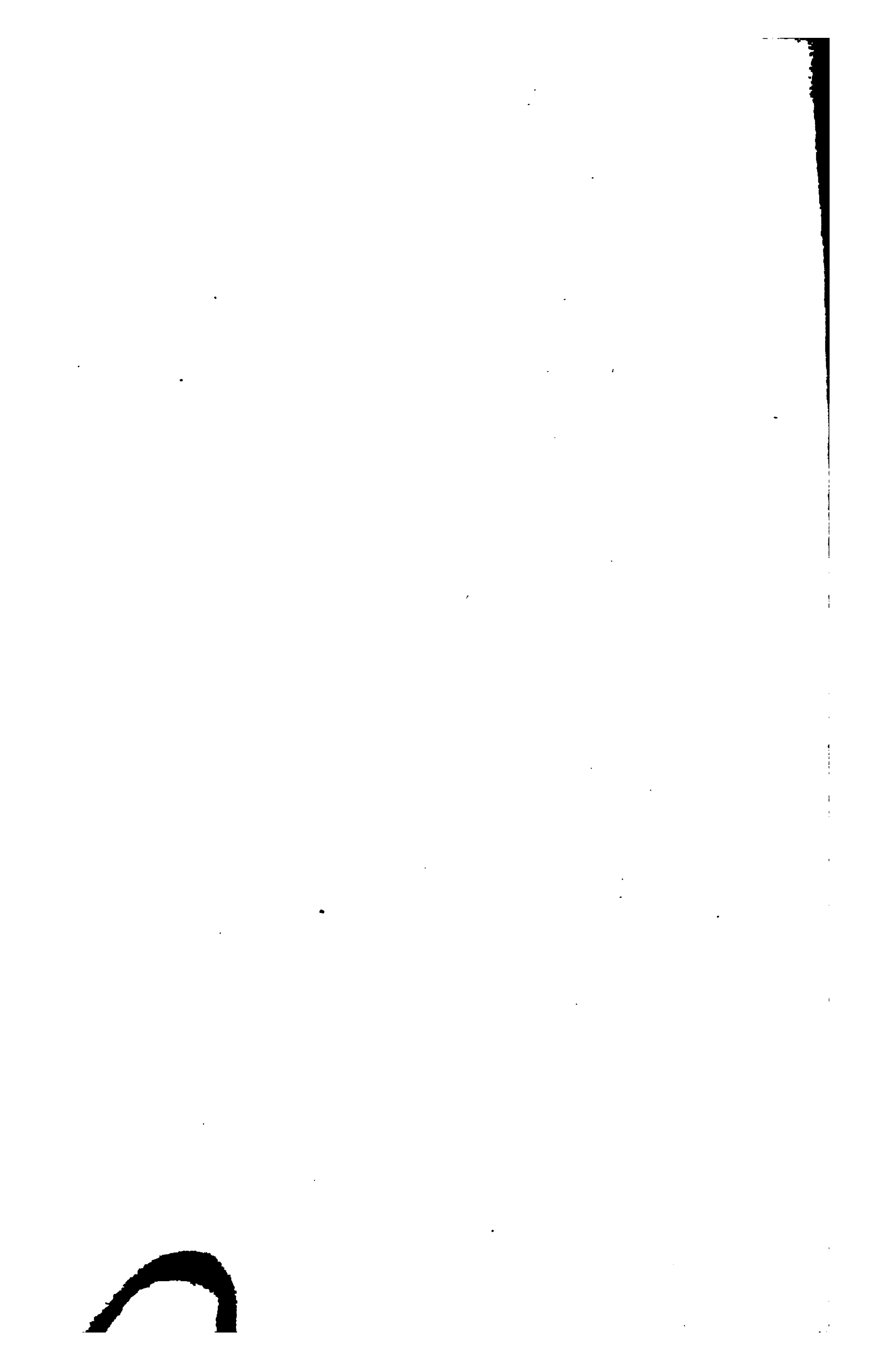
10e Séance extraordinaire.

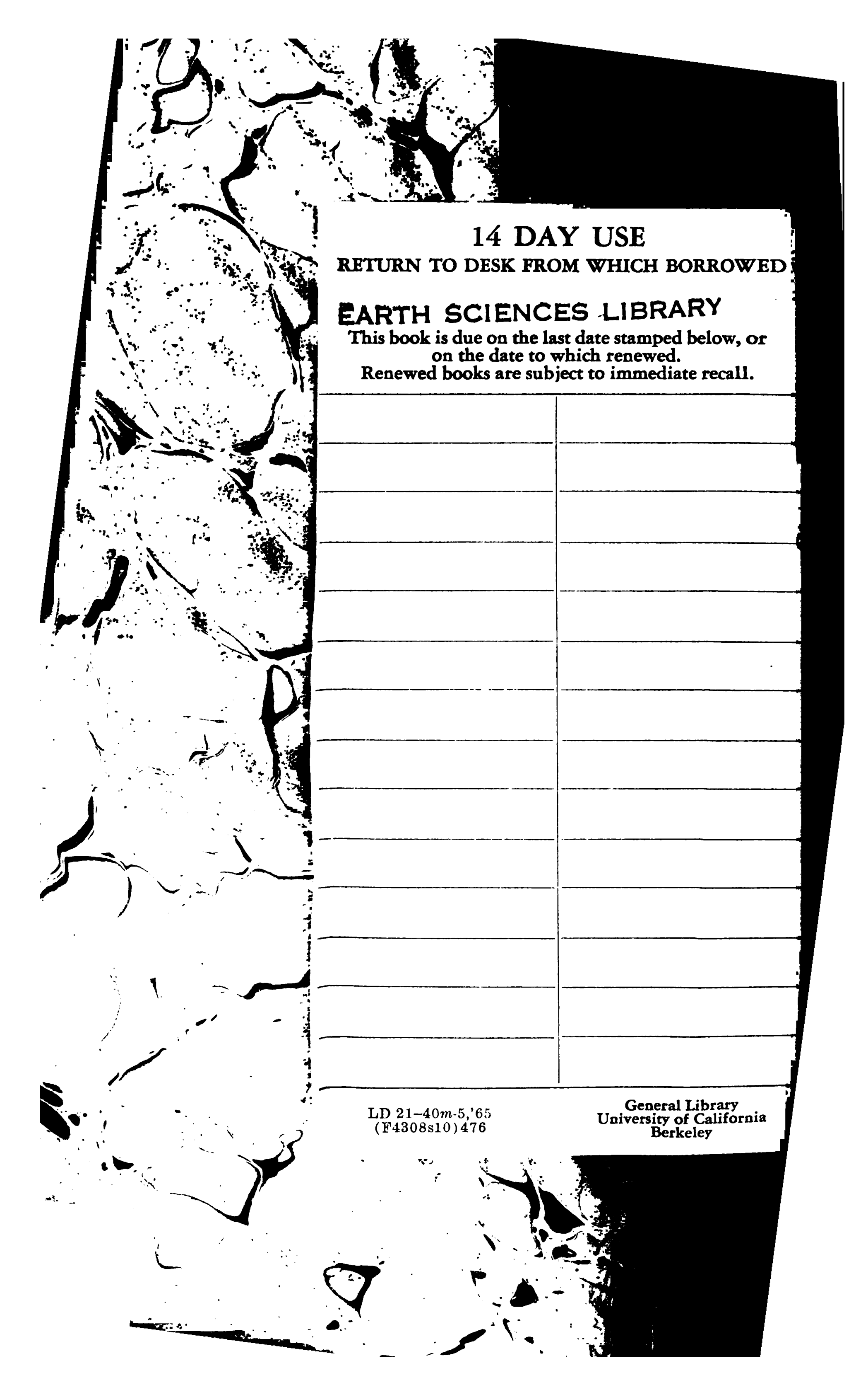
Table par noms d'auteurs.

TABLE GÉOGRAPHIQUE

des localités citées des départements du Nord et du Pas-de-Calais.

TABLE DES PLANCHES





14 DAY USE

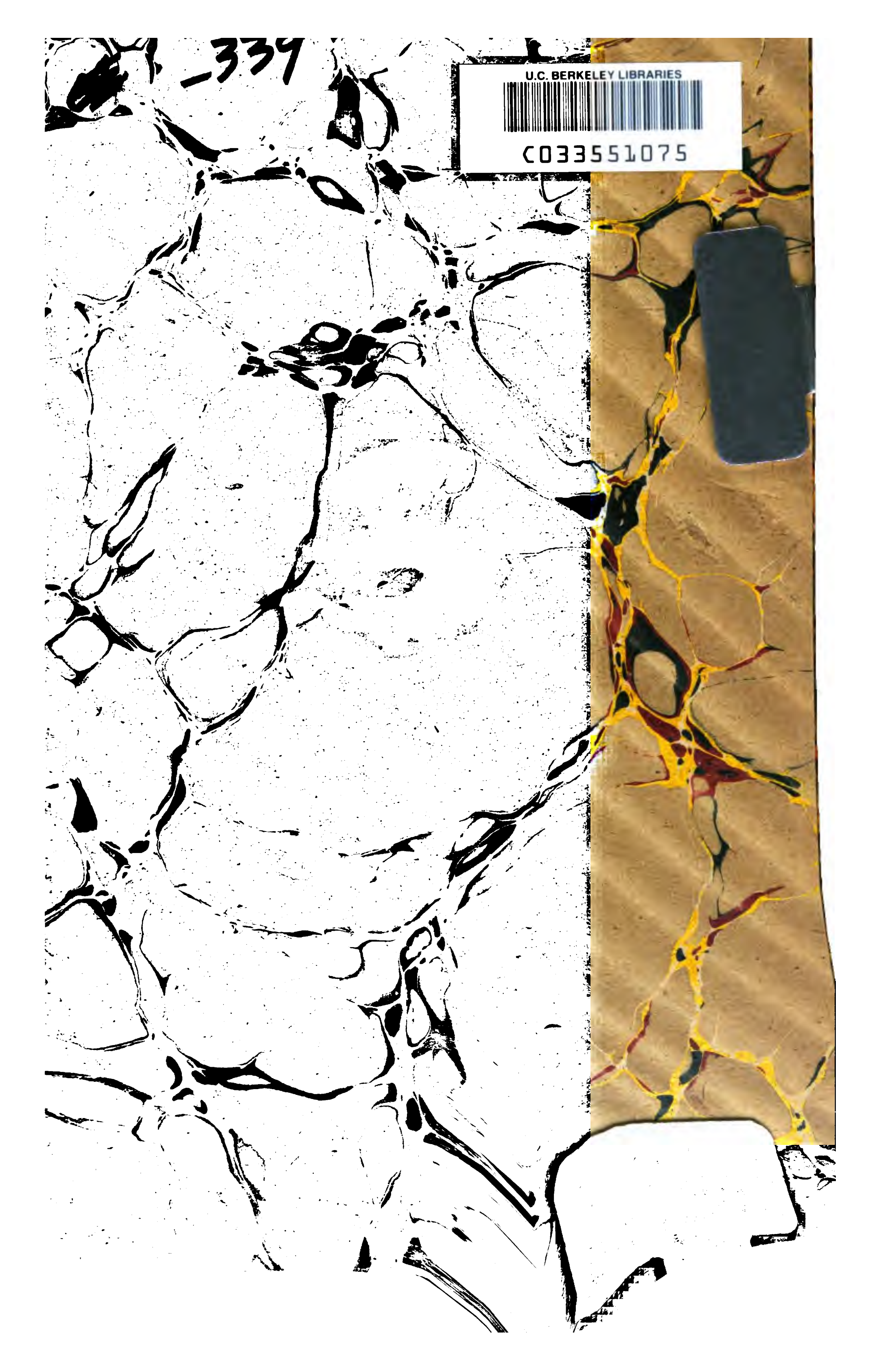
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

EARTH SCIENCES LIBRARY

This book is due on the last date stamped below, or
on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

LD 21-40m-5,'65
(F4308s10)476

General Library
University of California
Berkeley



339
U.C. BERKELEY LIBRARIES
C033551075